# Ocean Satellite Data Opportunities for Canada
## A Long-Term View

86-01795/

# Ocean Satellite Data Opportunities for Canada: A Long-Term View

Prepared by the
Oceans Working Group of the
Canadian Advisory Committee on Remote Sensing

DEPARTMENT OF FISHERIES AND OCEANS
*Ottawa 1985*

Published by

Fisheries and Oceans

Scientific Information and Publications Branch

Ottawa K1A 0E6

Publié par

Pêches et Océans

Direction de l'information et des publications scientifiques

©Minister of Supply and Services Canada 1985
ISBN 0-662-54115-4
Cat. No. Fs 77-2/1875

Available free from:

Canadian Advisory Committee on Remote Sensing
2464 Sheffield Road
Ottawa, Ontario K1A 0Y7

*Cover photograph: Artist's (Don Connally's) impression of RADARSAT in orbit over Hudson Bay.*

Correct citation for this publication:

OCEANS WORKING GROUP. 1985. Ocean satellite data opportunities for Canada: a long-term view. Canadian Advisory Committee on Remote Sensing, Ottawa, Ont. 13 p.

# Contents


Preface ..... 1

Executive Summary ..... 3

Conclusions and Recommendations ..... 7

- Review of Future Oceanic Satellite Systems ..... 7
- Benefits of Ocean Satellite Systems to Canada ..... 9
- Options for Canadian Involvement ..... 9
- Infrastructure ..... 11
- Role of RADARSAT ..... 11
- Educational Needs ..... 13

LANDSAT Multispectral Scanner scene of the Strait of Georgia, B.C. The sediment plume is clearly visible off the mouth of the Fraser River in this unusually cloud-free image.

This SEASAT SAR scene of part of the same area reveals many more oceanographic features, including: ocean surface waves, internal waves and surface vessels. The Synthetic Aperture Radar has an all-weather day/night capability.

# Preface

The impetus for this report came out of a multilateral meeting of the Committee on Earth Observation Satellites (CEOS), which took place in September 1984, in Washington, DC. Membership on CEOS includes the U.S., France, India, Canada, Japan and Brazil, and is restricted to those countries which have a spaceborne earth observational program currently in the design phase — as is Canada's RADARSAT. One of the key presentations at this meeting was NOAA's plan for an operational ocean satellite information distribution system, which would make level II products (wind and wave observations) available on a domestic communications satellite link covering North America. CCRS officials felt that Canada should investigate the desirability and feasibility of tapping into this system.

A special meeting of the RADARSAT Senior Advisory Committee was held on November 6, 1984 to decide on the appropriate mechanisms for informing Canadian government agencies of the NOAA plan. It was decided to develop a Canadian proposal for ocean satellite data usage by reorganizing the Oceans Working Group, and providing them with a new terms of reference. Ice was excluded from the terms of reference as it falls under a separate CACRS Working Group on Ice.

The new Oceans Working Group was charged with the responsibility of preparing a report by August 31, 1985 which addresses the following points:

a) To report on the oceanographic satellite systems* which will be in place in the 1984-2000 time frame, to examine how such systems could be of benefit to Canada and to recommend options for Canadian involvement. The infrastructure which will be needed in Canada to support such an involvement is to be included.

b) To recommend the way in which RADARSAT can best contribute to the above observation system.

**Membership of the Oceans Working Group consisted of the following individuals:**

Geoff Holland, *Chairman*
Director, Ocean Science Affairs Branch, DFO

Nelson G. Freeman, *Secretary*
RADARSAT Project Office

Jim Gower
Institute of Ocean Sciences

Clive Mason (alternate Dr. B. Topliss)
Bedford Institute of Oceanography

Rob Cross
Directorate of Meteorology and Oceanography, DND

Graeme Morrissey
Aerospace Meteorology Div., AES

Hubert Allard, Director
Meteorological Services, AES

John Webster
Space Policy and Plans, MOSST

Bill Emery
U. of British Columbia

Ralph Horne
COGLA, EMR

Joseph Cihlar
Applications Development, CCRS

Dave Boulding
CRC

Bill Thompson
Petro-Canada Resources

Bryan Wright
Gulf Canada Resources Inc.

Mohamed El-Sabh
Université de Québec à Rimouski

Richard Worsfold
F.G. Bercha and Associates

Bert Tepper
Canadian Coast Guard, MOT

**Contributions to the report have been received from the following:**

Bob Keeley
Marine Environmental Data Service, DFO

Howard Edel
Ocean Science Affairs Branch, DFO

Allan Bealby
RADARSAT LBR Data Project Manager, AES

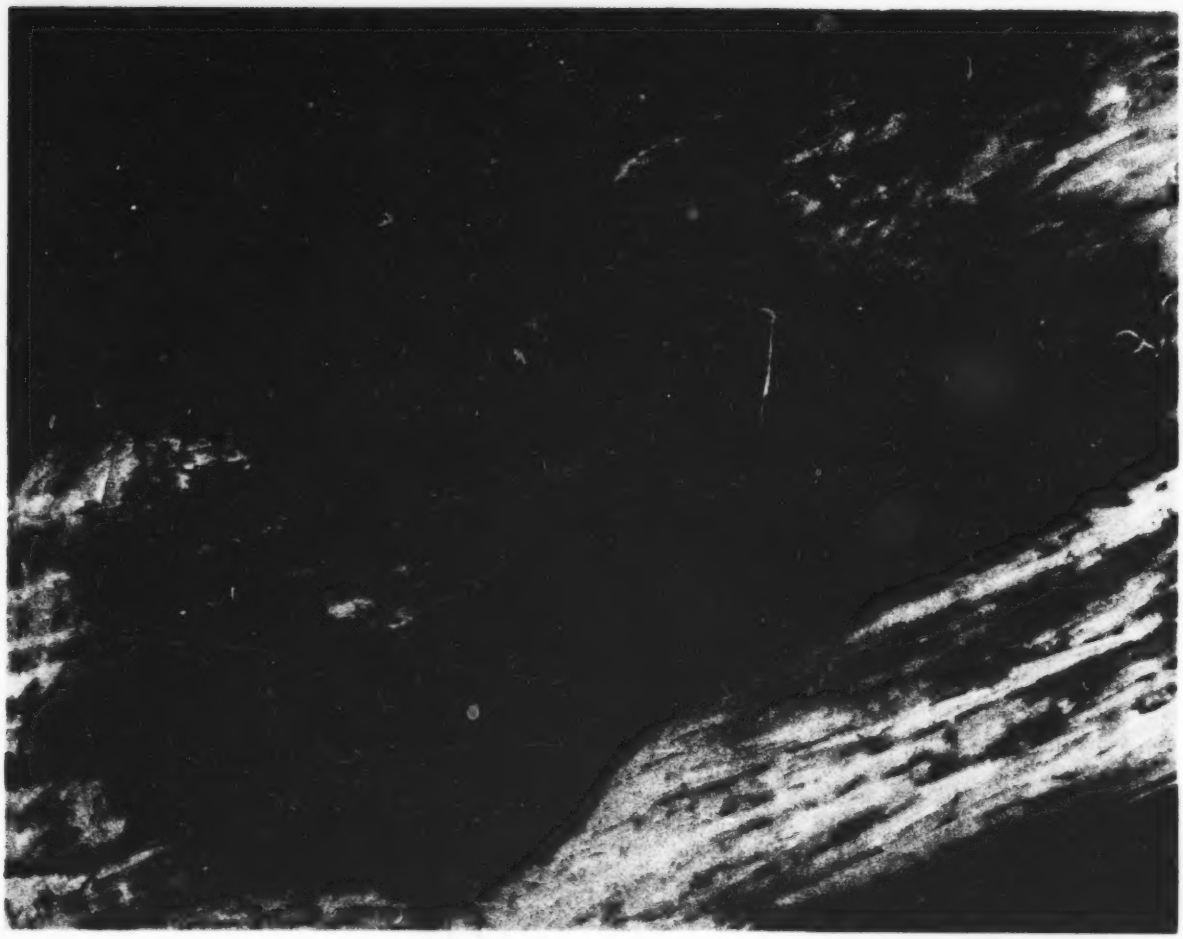
Fred Dobson
Bedford Institute of Oceanography

* "System" includes the oceanographic satellites, the data links, the processing facilities, the distribution network for the products, and the services to the ultimate users.

The second draft of the report was circulated to the RADARSAT Program Implementation Committee members and individuals on the CACRS Oceans Working Group information list for comment prior to its finalization.

This précis of the final report was prepared in both official languages in order to provide as wide a distribution of the conclusions and recommendations of the Working Group. The full technical report is available upon request to CACRS.

The Working Group would like to thank Mrs. Helen Kimpton for typing the manuscript and Mr. Blair Moxon for drafting the figures.



Artist's (Don Connally's) impression of RADARSAT being removed from the cargo of the space shuttle by the Canadarm prior to its transportation to final orbit by the orbital maneuvering vehicle.

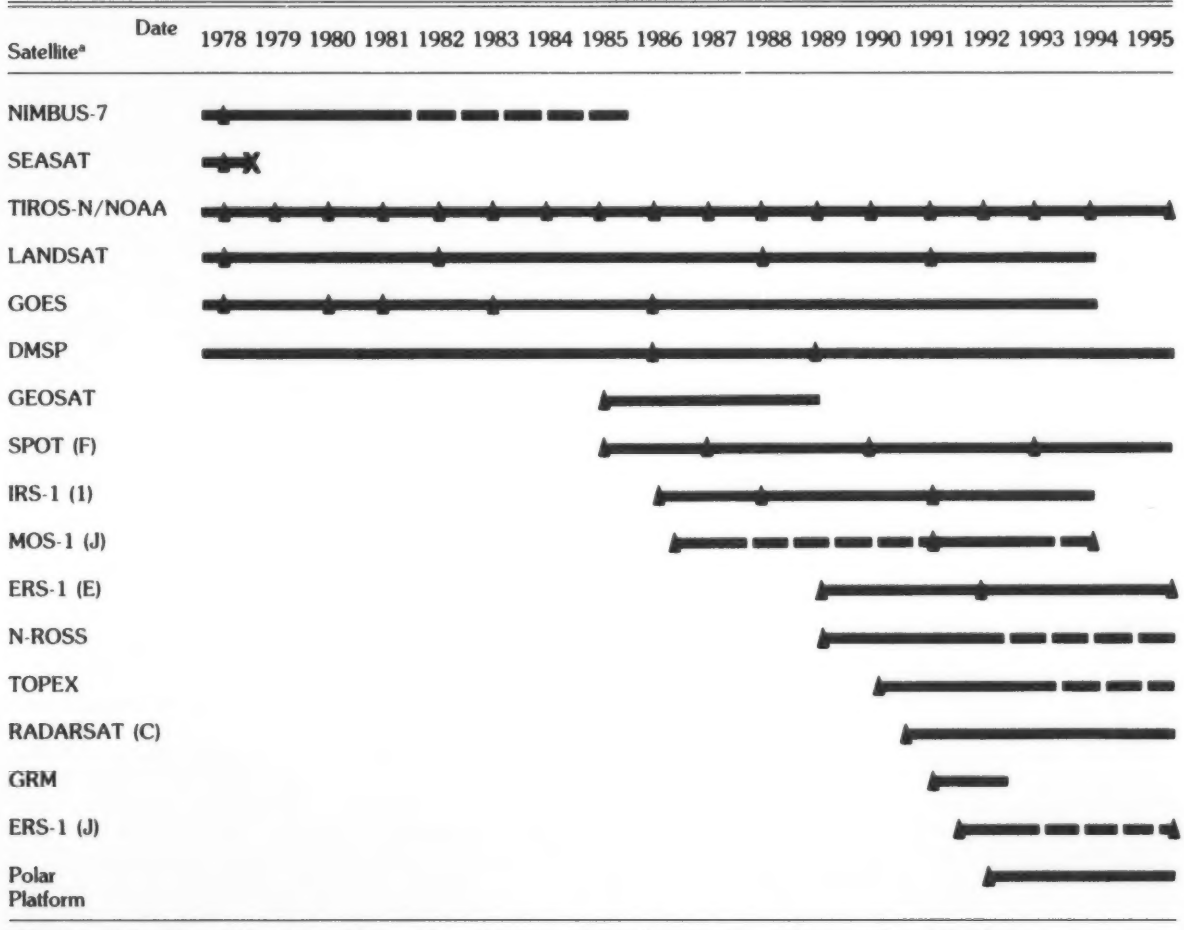
# Executive Summary

The space programs directed towards ocean data over the next 10 years comprise a multi-billion dollar effort world wide. Canada, through international negotiations, can buy into this effort by virtue of its own RADARSAT contribution. The Canadian government must, however, address in an urgent manner its capability to handle and deliver the related data products, in order that international negotiations and arrangements lead to an effective conclusion. This report has attempted to address the availability of remotely sensed ocean data, the needs of Canadian users, the problems associated with data management and the opportunities presented.

Over the next few years and onto the end of the century, the remote sensing of the world oceans will become an integral and necessary component of ocean monitoring. The development of remote sensing technology for ocean use has been slower than its counterparts in land and atmospheric applications for obvious reasons. The oceans are three dimensional and for the most part remote sensing describes surface phenomena only and therefore characteristics at depth are detectable only through their influence at the surface. It follows that those measurements directly related to surface phenomena have been the first to be studied and accepted by ocean scientists.

Following closely on the acceptance of remotely sensed data for the description of surface-based phenomena, and spurred on by the success of the limited flight of SEASAT in 1978, has come the realization that other measurements from satellites, when taken in conjunction with in situ ocean data sets, can be used to describe or infer many subsurface ocean features and processes. In this regard, ocean colour measurements, radar altimetry, synthetic aperture radar, ocean temperature and scatterometer readings will all assume important future roles in the study of the world's oceans. These measurements have provided insight into many new and exciting phenomena such as the wide distribution of organized internal wave motions, the detection of previously undiscovered seamounts and areas of upwelling, in addition to contributing to our knowledge of pollution, ocean productivity, surface winds and currents, ocean waves, air/sea interaction, and ocean processes. Tables 1 and 2 describe the ocean satellites and their sensors planned for the next 10 years.

TABLE 1. Satellite mission periods.




[a]Blank — U.S.; (I) — India; (J) — Japan; (E) — European Space Agency; (F) — France; (C) — Canada.

The new ocean data sources are not a replacement for existing data sources, which will always be needed to accommodate subsurface process interpretation and to verify remotely sensed data. Therefore, any new system of remote sensing cannot grow at the expense of the traditional in situ measurements but must form a parallel and supplementary network. The effectiveness of the combined data, however, and the cost per data bit will be improved significantly.

The main influence of satellites to date has perhaps been to teach us to see the ocean and ice system more clearly as an integral part of a complex global system and to develop more sophisticated theoretical concepts and numerical models appropriate to this expanded view. A major evolution may be expected during the coming decade, when the next generation of ocean-observing satellites will be launched and the operational and research techniques will have matured to make full use of the continuous, homogeneous data provided by such satellite systems.

Government, universities and industry must work together to develop a Canadian capability in satellite-based

TABLE 2. Oceanic Satellite Sensor Performance.

| Sensor type | VIS/IR Radiometer | | | Passive Microwave Radiometer | | Radar Altimeter | | Radar Scatterometer | | Synthetic Aperture Radar | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Satellite | Ocean Features (km) | Sea Surf. Temp. (°C) | Chloro-phyll *a* (μg/L) | Sea Surf. Temp. (°C) | Precipitable Water (g/cm²) | Sea Level (m) | Sig. Wave Ht. (m) | Wind Speed (m/s) | Wind Dir. (°) | Wave Length (m) | Wave Dir. (°) | Ship Det. % Prob. |
| NIMBUS-7 | | | CZCS 30% | SMMR ±1.5 | SMMR ±0.21 cm | | | | | | | |
| SEASAT | VIRR 5×5 | VIRR 1.5° rel. 2° abs. | | SMMR ± 0.75 | SMMR ±0.25 | ALT 0.05 | ALT ±0.3 (1-5) | SASS ±1.6 (3-16) | SASS ±18° | SAR ±15% | SAR ±10 | SAR 50 |
| TIROS-N NOAA | | AVHRR ±0.6 | ACZCS (OCI) 50% (0.01-10) | MSU 1-1.5 | | | | | | | | |
| LANDSAT | MSS 0.08×0.08 TM 0.03×0.03 | | | | | | | | | | | |
| GOES | VISSR 8×8 | VISSR 1.2° VAS 1.0° | | | | | | | | | | |
| DMSP | OLS 3×3 | | | | SSMI ±0.2 | | | | | | | |
| GEOSAT | | | | | | RA 0.02 | | | | | | |
| SPOT (F) | HRV 0.01×0.01 | | | | | | | | | | | |
| IRS-1 (I) | LISS 0.03×0.03 | | | | | | | | | | | |
| MOS-1 (J) | MESSR 0.05×0.05 VTIR 3×3 | | | MSR 0.5 | | | | | | | | |
| ERS-1 (E) | | ATSR/IR ±0.5 | | | ATSR/M 10% | RA 2 abs. ±0.1 rel. | RA ±0.5 or 10% | AMI ±2 or 10% (4-24) | AMI ±20° | AMI 20% | AMI ±15° | |
| N-ROSS | | | | LFMR ±0.5 | SSMI ±5 | RA ±0.08 | RA ±0.5 | N-SCAT ±2(3-30) | N-SCAT ±16° | | | |
| TOPEX | | | | | | T-ALT ±0.02 | T-ALT ±0.02 | | | | | |
| RADARSAT (C) | MOMS 0.03×0.03 | AVHRR +0.6 | | | | | | R-SCAT ±2(3-30) | R-SCAT ±16° | SAR ±15% | SAR ±10° | SAR 75 |
| ERS-1 (J) | VNIR 0.025×0.025 | | | | | | | | | SAR ±15% | SAR ±10% | |
| Space Station | MIA-IRIS | CSMR | CSMR | PMR ±1 | AMIS | RA ±0.08 | RA ±0.5 | RS ±1.3 (4-26) | RS ±16° | SAR ±15% | SAR ±10% | |

ocean science and the important economic applications such a capability will produce. The issues to be faced include the cost and availability of satellite data, the high data volumes and associated distribution and archival problems, the interface with in situ data, national and international jurisdictional matters and the development of sources of trained personnel.

In general, ocean users are neither prepared nor equipped for the influx of remotely sensed ocean data. On the other hand, the meteorological and land-based information services are well established. Care must be exercised in the planning process to ensure the future ocean needs for satellite data are not dominated by more immediate benefits already well documented. In this regard, the direct receive facilities in Canada are not presently optimised for ocean coverage, leaving ocean areas within Canadian interest either not accessible at all or only accessible through foreign stations. The implications of this situation should be recognized and the problem addressed if long-term ocean applications are going to be economically viable. Full use should be made of the planned AES national data delivery system and its links to the international data base to distribute the ocean satellite data and data products. It is recognized that in the initial stages of ocean satelite data development, subsidies will be required to maintain a competitive price for data during the process of building a user market. The needs of the research community in both university and government for ready access to this data base must also be addressed.

The satellite observation system forms a chain from measurement to user. The data management network is as essential as the sensor itself and should be addressed accordingly. Data management systems should be an integral part of all space submissions. The neglect of this aspect could reflect adversely on the success of the Space Plan as a whole. Although this is a general observation, it may be particularly true for ocean users because of the relatively new arrival of the ocean-related satellite systems.

The absence of any existing ocean data centre for remotely sensed data yields both a challenge and an opportunity. As a minimum, Canada should negotiate access to ocean data from foreign sources and ensure availability of data from national programs. A national clearing-house should be established to deliver data sets to the end users and urgent operational needs met by dedicated services run by appropriate government agencies who would keep and disseminate inventories of data holdings.

The preferred option is to establish a dedicated ocean satellite data centre with the responsibility to supply all operational and archival needs in Canada not already being handled by other government centres. It would be co-located with the Marine Environmental Data Service which presently handles the in situ data for obvious reasons of data merging and ground-truthing. Such a facility would be initially capital intensive, of the order of some 4% of the RADARSAT budget over a 5-year period. Other options exist between the minimum and preferred option, nevertheless it is considered that in the long term the benefit of an integrated approach would prove more cost effective than a piecemeal solution.

Because of the large number of agencies involved in the acquisition and delivery of ocean satellite data, both nationally and internationally, it is necessary to clearly outline the roles and responsibilities of each organization. These should be provided in Memoranda of Agreement between the individual agencies and should be completed well in advance of satellite launch. The national arrangements between OSS/DFO, AES/DOE and CCRS/EMR should take full account of the special needs of the universities and industry.

The universities will play a major role in the research and education program needed to produce trained personnel and to develop ocean applications for satellite data. It is important that government move to assist and accelerate this program through the support of its various funding agencies.

In all the above, RADARSAT was seen to have an integral role to play. The present complement of sensors on RADARSAT is strongly supported by the ocean community. Of principal interest is the scatterometer which will provide the wind observations necessary to improve the day-1 and day-2 marine forecasts and to drive the spectral wave forecast models. The Synthetic Aperture Radar will verify output from wave models and monitor internal wave and current structures, eddies and ship movements in Canadian waters. The AVHRR and optical sensors, although not having the all-weather, day/night microwave capability, would provide clear-weather measurements of ocean productivity, sea surface temperature, sediment and pollution. RADARSAT would be dedicated to Canada's needs but could contribute to the global data set. Canada also requires nationally derived local and global data augmented by foreign input to answer questions on climate, fisheries and ocean resources. Canada must foster research on the ocean applications of remotely sensed data in order to fully realize the economic benefits of the future satellite systems.

RADARSAT will provide a negotiating tool to bargain for access to this international data. Finally, the availability of high quality data in Canada will encourage the development of an ocean data value-added industry, building on the proven success of similar Canadian companies in the meteorological and land-based disciplines.

The consideration of the above issues and opportunities have resulted in the following recommendations of the CACRS Ocean Working Group in response to its mandate:

1. The CACRS Oceans Working Group be continued and given a specific mandate to monitor progress in establishing infrastructures, reviewing decisions relating to system design and coordinating ocean science and applications development. Membership on the committee should be drawn from government, universities and industry.
2. The siting of Canadian ground stations be optimized for ocean as well as land coverage; the U.S. shared processing data be accessed to complement direct oceanic satellite reception in Canada; the AES METSIS network be used for dissemination of oceanic satellite data to intermediate and end-users in Canada; and the services to ocean users be encouraged to grow alongside the land and atmospheric applications.
3. Government must ensure the initial price of the oceanic satellite data and products be kept competitive with the costs of alternative means of acquiring

ocean data, recognizing that the market for ocean satellite data is not in a mature state of development.

4. Funding for the provision of a dedicated ocean data management system should be included in the remote sensing submission to the Canadian Space Plan and be strongly supported by CACRS and the RADARSAT Senior Advisory Committee. Such a system should be co-located with the Marine Environmental Data Service.
5. A Working Group of relevant federal departments should be set up to develop draft national and international Memoranda of Agreement on the infrastructure needed to cover ocean satellite data management, as an urgent priority. Universities and industry should be consulted in this process.
6. The present complement of sensors on RADARSAT be strongly supported; full use be made of the global capability for data acquisition; research into ocean applications be encouraged both within and outside government laboratories; data from RADARSAT be used as a commodity in the negotiations to secure access to international satellite data; and efforts be made to establish a domestic ocean satellite data value added industry.
7. National federal university funding organizations be approached by CCRS to determine if special funds could be set aside for university research into remote sensing of the oceans and to provide the necessary mechanism to promote the use of remotely sensed data in ocean research and the provision of ocean scientists trained in the application of satellite data to marine sciences.

This photograph was taken with a hand-held 70 mm camera on Marc Garneau's flight of the space shuttle Challenger. The sun glint clearly delineates the tidal pulse through the Straits of Gibraltar into the Mediterranean.

# Conclusions and Recommendations

The Terms of Reference of the Oceans Working Group required it to report on planned oceanic satellite systems to the year 2000; the benefits to Canada of such systems; the infrastructure needed to support Canadian involvement; and the role of RADARSAT. The working group took considerable care in the Technical Report to lay the ground work for drawing conclusions and recommendations. Firstly, a detailed review of planned oceanic satellite missions, sensor performance, and data handling systems was undertaken to establish the possible sources and pathways for future satellite data; then a lead agency review of ocean information requirements was carried out to establish clients and applications; and finally a data management plan, with a number of options, was developed. In concluding the report these analyses are linked to the Terms of Reference and appropriate recommendations made.

Over the next few years and into the next century the remote sensing of the world's oceans will become an integral and necessary component of ocean studies. The new ocean data sources, however, are not a replacement for existing data sources, which will always be needed to investigate and monitor subsurface processes, as well as to verify remotely sensed data. Satellites will provide an incredibly rich source of information for oceanographers, enabling them to study surface ocean variability on time and space scales unavailable in the past. The cost of winning data from the oceans has always been high, and although the cost per unit data from space may be low, the total expense of flying a satellite is still massive. International cooperation in the sharing of data must be achieved to bring the costs to individual nations, including Canada, down to acceptable levels. Canada through its past and present participation with NASA and ESA and the proposed RADARSAT contribution is in a good position to negotiate exchange agreements with other nations. However, ocean data users in Canada are generally neither prepared nor equipped for a full influx of remotely sensed ocean data. Dedicated data management systems, applications development, research and university training are required in order to obtain the best return on Canada's ocean-related space dollar. To ensure that such infrastructures are in place when the satellite data becomes available, it is recommended that:

1. the CACRS Oceans Working be continued and given a specific mandate to monitor progress in establishing the infrastructures, reviewing decisions relating to system design and coordinating ocean science and applications development. Membership on the committee should be drawn from government, industry and university.

### Review of Future Oceanic Satellite Systems

In this report satellite systems consist of the satellites, sensors, data links, processing facilities, distribution networks and services to the ultimate users. Information available on such plans and proposals range from the very detailed NASA research strategies to the less well-defined international space station activities. The working group decided to limit its analysis to those systems which are presently in the design phase as is Canada's RADARSAT. Within this context the planned number of satellites and diversity of sensors which have direct application to the measurement of oceanic parameters show a marked increase toward the end of this decade and the beginning of the 1990's. It was concluded by the working group that there would be sufficient oceanic satellites and sensors over the next decade to provide the necessary temporal and spatial sampling to measure many dynamic and transient ocean surface features and to provide the beginnings of a long-term oceanographic satellite data base.

The proper siting of data reception stations is necessary for the provision of adequate oceanic coverage. To date, in Canada, the receiving stations have been located primarily to optimize land-based applications. The SEASAT receive facility on the east coast at Shoe Cove, Nfld., which provided excellent over-the-water coverage during that mission, has since been dismantled. The present AVHRR Downsview HRPT station is unable to receive data covering the Flemish Cap region of the Canadian continental shelf. The planned RADARSAT SAR reception facility (Fairbanks, Alaska) for the west coast and Arctic is under control of the U.S., and raises questions regarding censorship of data by U.S. agencies, particularly when claims of sovereignty are involved. The latest proposal for ERS-1 scatterometer coverage, which uses Ottawa, Kiruna and Mas Palomas (Canary Islands) leaves critical data coverage gaps on west coast orbits. The RADARSAT scatterometer reception stations planned for Halifax and Vancouver should be upgraded to include AVHRR reception. The working group thus concluded that the direct receive facilities in Canada are not presently optimised for oceanic coverage, and this problem should be addressed before final decisions are taken.

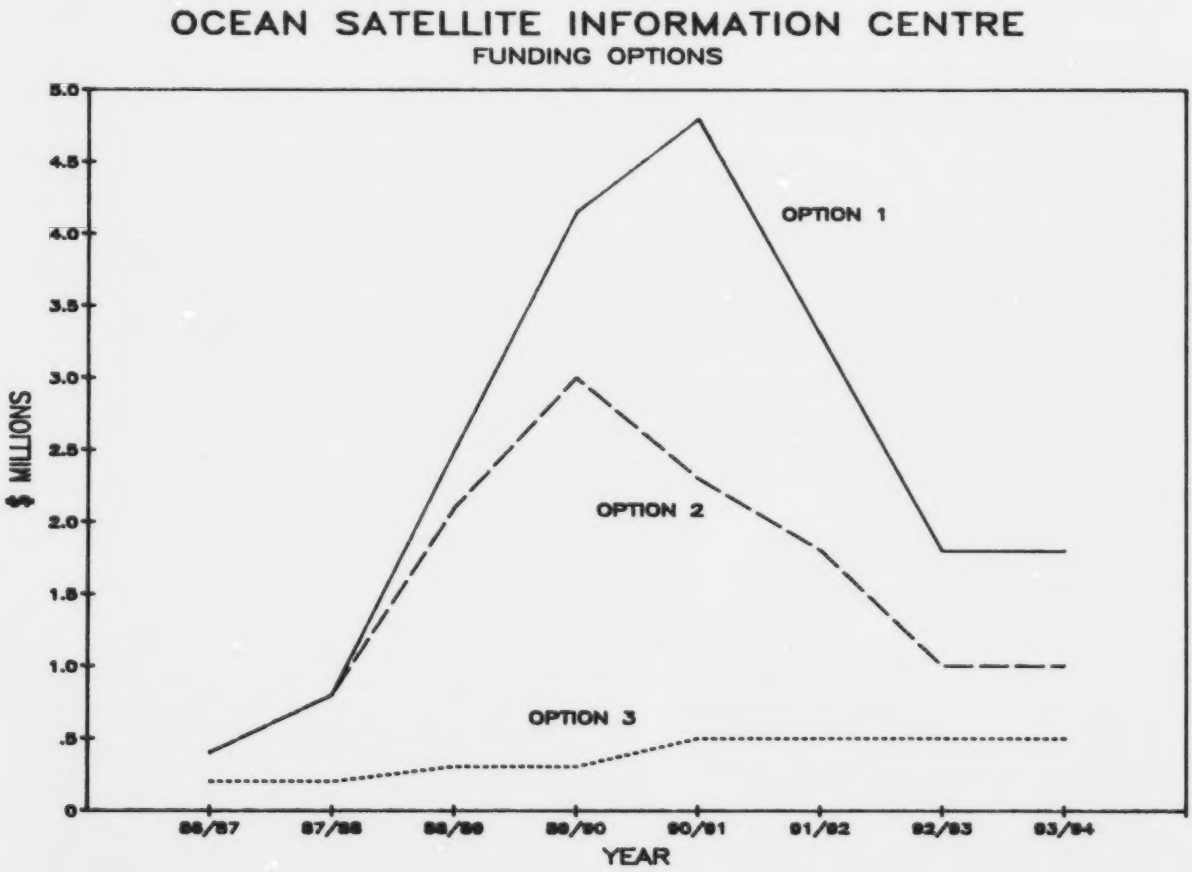
Processing and distribution systems for satellite data have much higher data volumes than conventional oceanographic observations and thus new computing technology, advanced storage devices, and satellite communications must be brought into play. The U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, Navy and Air Force have begun to address the problem of data management demands by creating centres of expertise for processing

of specific oceanic and atmospheric data and then sharing the products between centres and users through a commercial satellite link — the RCA SATCOM. In Canada, the Atmospheric Environment Service is in the process of implementing a communications satellite-based delivery system for meteorological products to some 70 weather centres across Canada. The working group concluded that these two systems, expanded and operated in tandem, provide the basis for efficient and effective delivery of planned domestic and foreign oceanic satellite data to Canadian users.

A review of existing satellite data services in Canada indicated that meteorological (AES) and land applications (CCRS) are well-advanced but oceanographic satellite information services lag behind. The Atmospheric Environment Service has been in the business of receiving, processing and disseminating meteorological and some oceanographic (SST) satellite data for the past two decades. The Canada Centre for Remote Sensing since 1972 has concentrated its efforts on Landsat data reception and delivery. However the working group concluded that a gap presently exists in Canada in the acquisition, processing, archiving and delivery of ocean satellite data services. The Marine Environmental Data Service is the national repository for both real-time and archived oceanographic data collected by government and industry and currently provides conventional ocean data and products to users. MEDS would be an obvious location for an oceanic satellite data management system to complement the existing systems in AES and CCRS.

As a result of its review of planned ocean satellite systems, the working group recommends that:

2. the siting of Canadian ground stations be optimized for ocean as well as land coverage; the U.S. Shared processing data be accessed to complement direct oceanic satellite data reception in Canada; the AES METSIS network be used for dissemination of oceanic satellite data to intermediate and end-users in Canada; and the services to ocean users be encouraged to grow, commensurate with land and atmospheric applications.




The future flow of ocean satellite data in Canada, including the proposed new Ocean Information Centre for the integration of satellite data with conventional oceanographic observations.

## Benefits of Ocean Satellite Systems to Canada

The benefits that accrue from improved ocean satellite data/information fall into two categories: (1) direct economic benefits from operational application of the data, which are relatively quantifiable; (2) longer term benefits from research into oceanic processes, for which the payback period is many years. While the former tends to be used to sell new satellite systems, it is the latter that will provide the basic knowledge and expertise to reap maximum benefits in the future from our renewable and non-renewable marine resources. In the end, neither of these benefits will be realised unless the data distribution systems are in place and the products are economically competitive with other forms of ocean observations.

The short-term economic benefits of ocean satellite data will come from offshore exploration/production, marine transportation and fishing industries mainly through improved weather, sea state, and ice information and forecasts. Scatterometer-derived wind vectors can be used immediately for improvements in day 1 and day 2 marine weather forecasts and these, in turn, employed in forecasts of sea state and ice motion. Similarly, altimeter height measurements can be used to verify the sea state forecasts and to provide information on major current systems. An operational requirement, which is presently being met almost exclusively by spaceborne infrared radiometers, is the production of sea surface temperature charts and ocean feature analysis and this requirement will continue into the future.

Numerous economic studies have looked at the benefit/cost ratios of improved environmental information. The Price Waterhouse study in 1983 estimated that the benefits of the data acquired by Canada's RADARSAT to east coast oil and gas development and general shipping would be $12 million annually. In addition, a one-time saving of $28 million in capital costs is forecast. Even greater benefits are projected for the Arctic if tankers rather than pipelines are used to transport hydrocarbons to the south. Douserv-Econosult are presently re-examining the proposed benefits of the RADARSAT project to the offshore oil and gas industry. For ocean and ice applications they estimate that the benefits will be $15.4 million per year by 1991. A 1981, Jet Propulsion Laboratory evaluation of the utility of SEASAT data to ocean industries reports that the estimated annual benefits of all ocean remote sensing on commercial operations for the United States will range between $700 million and $1,500 million dollars annually. If these U.S. figures are factored by the GNP ratio (362/3,573 billion 1982 dollars) of the two countries then Canada should be expected to realize on the order of $70 to $150 million annually in non-military benefits from ocean remote sensing.

In the longer term, research will lead to other operational applications of ocean satellite data which will provide additional economic benefits to Canada. The working group felt that scatterometer-derived wind data had the widest application, including sea state hindcasting as well as research on ocean circulation and mixing processes. The altimeter data provided the next greatest benefit in extending significant wave height climatologies and measuring transient ocean currents. The SAR has the potential for substantial benefits in the measurement of surface wave energy spectra and ship detection if the present research can increase the reliability of these observations. Ocean colour, particularly chlorophyll *a* measurements, will have application for research studies on fisheries ecology and management. AVHRR data is most useful in studying trends in sea surface temperature anomalies and eastern boundary currents like the Gulf Stream.

The working group concluded that ocean satellite data will provide significant economic and research benefits and, in many cases, the only observations in Canada's offshore areas. However these benefits will be realised only if the price charged to end users is competitive with other sources of data. The market for ocean satellite data is immature, as was the LANDSAT market a decade ago, and will undoubtedly need some form of initial support. This initial encouragement of market development is to be expected and was pursued in the early stages of land and atmospheric satellite data systems both of which are now commercially viable. Offshore operators and the supporting consulting industry in this country will not make use of satellite data unless it is cost competitive with airborne and conventional observations. University research in applications development and in training of qualified users of the data will also be severely handicapped if prices are too high. The working group concluded that price is a significant factor in realizing the benefits outlined and recommends that:

3. Government must ensure the initial price of the ocean satellite data and products be kept competitive with the costs of alternative means of acquiring ocean data, recognizing that the market for ocean satellite data is not in a mature state of development.

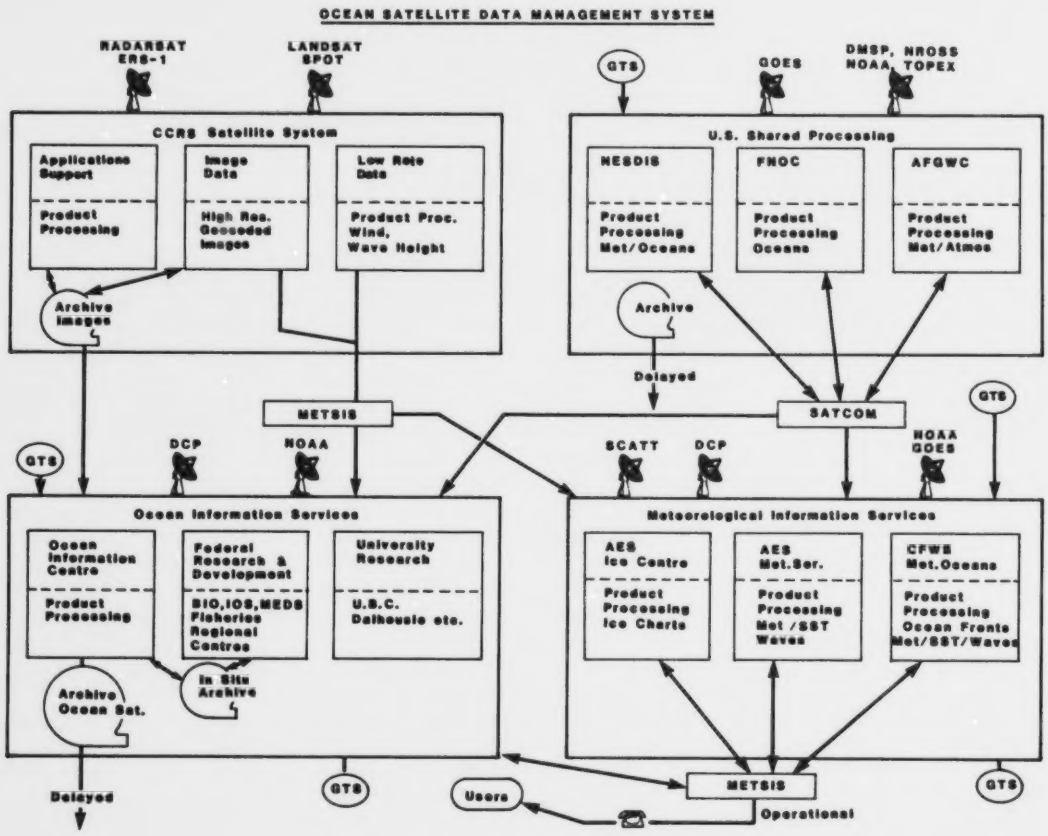
## Options for Canadian Involvement

The Canadian requirement for both operational (real-time) and scientific (archival) data can best be satisfied by a dedicated national satellite like RADARSAT supplemented by available data from the programs of other countries. The data would provide both input to hemispherical and global forecast models and to immediate Canadian forecasting needs in her coastal zones. Much of the non-Canadian data will arrive under an international agreement organised by the Committee on Earth Observation Satellites (CEOS) and be channelled through the US. The modus operandi is to link the US RCA SATCOM to the new AES communications network (METSIS). AES is presently planning to build a SATCOM receive facility at Dorval and to strip off atmospheric and oceanic data relevant to their needs for real-time distribution over METSIS. RADARSAT, ERS-1 and meteorological satellite data will be received directly in Canada and also transmitted over the same communication system. This process adequately looks after the needs of the meteorological community and is available to assist the oceanographic data users, however a capability neither exists for the archival and retrieval of such data nor for the integration of ocean satellite data with conventional oceanographic applications.

In addition there are no plans to further process the RADARSAT SAR image data into wave spectra or to undertake surface feature analysis (including ship detection). Therefore the working group has concluded that a focus is needed for the integration, and dissemination of both real-time and archival ocean data products and in this context is suggesting that an Ocean Information Centre be established. The working group underlines the necessity of including data management considerations in every aspect of the planning process for satellite systems.

The options for implementing such a Centre range from a very limited archiving and coordinating role to providing a complete ocean satellite data management facility and delivery system to end-users. Integration of traditional oceans data with satellite data could only take place if the two data handling facilities were co-located. The first option would involve a dedicated SATCOM receive facility for oceanographic data, and dedicated communications link to METSIS and direct connection with the RADARSAT processing facility in Ottawa. This approach would provide a single distribution system to the end-user for both real-time and archival oceanic satellite data and value-added products. It would also allow for integration with conventional oceanographic data as well as post-image processing. Option two scales down the role of the Ocean Information Centre, removing the direct SATCOM receive facility (the planned AES receive facility would be used) and the real-time distribution responsibilities. A substantial satellite data handling facility is still required under this option to receive, process, archive and distribute data and products to oceanographic users. Option three would maintain the status quo for in-situ oceanographic data but ocean satellite data would be purchased from source as required. A coordination role and clearing-house would be established for end-users. There would be no operational capability. The working group concluded that option one is most desirable and recommends that:

4. funding for the provision of a dedicated ocean data management system should be included in the remote sensing submission to the Canadian Space Plan and be strongly supported by the RADARSAT Senior Advisory Committee. Such a system should be co-located with the Marine Environmental Data Service.



## Infrastructure

Because of the large number of agencies involved in the acquisition and delivery of oceanic satellite data, both nationally and internationally, it is necessary to clearly outline the roles and responsibilities of each organization. These should be provided in memoranda of agreements between the individual agencies and should be completed well in advance of satellite launch. The working group concluded that Ocean Science and Surveys of DFO should take the lead in developing the domestic MOA, the Atmospheric Environment Service of DOE the lead in acquiring data over the SATCOM link and CCRS the lead in contributing RADARSAT data to the US Shared Processing system. Each agency should be party to all agreements.

The domestic agreement needs to address, inter alia: what type and quantity of data is to be delivered in real-time; what is to be archived; what is to be integrated with conventional observations; what RADARSAT post-image processing is required; what verification and quality control needs to be placed on the satellite data; what form should the directory take; what are the responsibilities of the various agencies; what are the special needs of universities and industry. The working group concluded that an agreement which describes the co-operative arrangements between OSS, AES and CCRS, dealing with those aspects of acquisition, processing and dissemination of remotely sensed oceanic data and products be drawn up similar to the present agreement between Research and Technology Sector, EMR and AES of DOE.

The immediacy of the foreign agreements is equally important, as data could be available over SATCOM as early as 1986. However, international negotiations for access are no doubt more complex and linked to national considerations. There are questions of trans-border reception of data; contributions of data from RADARSAT; cost-recovery on US Shared Processing data, etc. The working group concluded that a foreign memorandum of agreement should also be developed in the same time-frame. Therefore, it is recommended that:

5. a working group of relevant federal departments should be set up to develop draft national and international Memoranda of Agreement on the infrastructure to cover ocean satellite data management, as an urgent priority. Universities and industry should be consulted in this process.

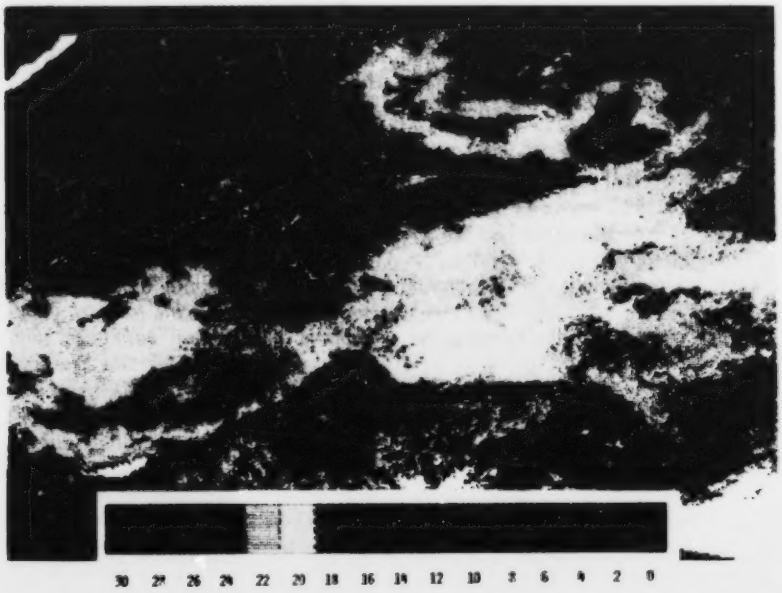
## Role of RADARSAT

The Canadian satellite, RADARSAT, has three roles to play in oceanic satellite remote sensing. The first is the provision of dedicated operational oceanographic observations in waters of direct interest to Canada and the provision of local and global ocean data to the research community to answer questions vital to our climate, fisheries and economy. The second role is one of leverage. Because Canada has an earth observation satellite presently in the design phase it is included in the international fora (eg. CEOS) for exchange of data. Thirdly RADARSAT provides the vehicle for developing an oceans value-added remote sensing industry in Canada.

The Royal Commission on the Ocean Ranger Disaster has recommended "that because of the large area for which environmental information is required and the great potential for contributions from the technology of remote sensing, considerations be given to accelerating the RADARSAT program and developing its capabilities to meet the needs of offshore exploration activities." The combination of scatterometer, SAR, AVHRR and optical sensors, as well as the emphasis on real-time throughput of data, makes RADARSAT well-suited to operational meteorology and oceanography. The working group concluded that the sensor of principal interest to the oceanographic and meteorological communities was the scatterometer. Scatterometer-derived wind vectors will provide the wind observations necessary to improve the day 1 and day 2 marine wind forecasts, which in turn will be used to drive spectral wave forecast models for the north Atlantic and Pacific. Synthetic Aperture Radar data will be available to verify output from the wave forecast models as well as to monitor internal waves, current, eddies and ship movements on the continental shelf. The AVHRR and optical sensors will provide clear weather measurement of sea surface temperature and sediment concentrations in the coastal zone. The working group concluded that RADARSAT offered sufficiently unique as well as complementary ocean observations as to warrant its continuing support.

RADARSAT's secondary role, that of providing leverage for access to foreign satellite data sources should be applied to both NOAA operational data as well as NASA experimental data (TOPEX, OCI, etc.). Canada's contribution to and participation in ERS-1 should provide an opportunity to acquire an extensive Canadian oceans radar data set for ocean research and applications development. This will facilitate the availability of operational algorithms for RADARSAT. Similar efforts should be made with the Japanese MOS-1 mission. The direct participation of Britain, and the U.S. in RADARSAT will provide a unique opportunity for coordination of international remote sensing of the oceans.

There have been significant benefits to Canadian industry as a result of the LANDSAT, SEASAT and meteorological satellite reception capabilities in Canada. For example, a Canadian company was the first to develop a digital SAR processor for SEASAT data and is a world leader in satellite receiving stations. A number of consulting companies are expert in the analysis and interpretation of SLAR and SAR imagery. It is anticipated that a similar requirement will exist for the development and manufacture of hardware and software both to receive and process scatterometer, SAR and AVHRR data. There will be additional requirements for highly skilled people to upgrade and expand numerical weather prediction, seastate and possibly other models for predictive purposes. Further the availability of the raw data products and forecast products produced by the models will place Canadian companies in a more competitive position on world markets for the




A NOAA-7 AVHRR scene delineating sea surface temperature off the Scotian shelf. This is the region where the warm Gulf Stream (red) meets the cold Labrador Current (yellow). The green region in the southwest indicates upwelling over the highly productive Georges Banks.

This Nimbus-7 Coastal Zone Colour Scanner pigment image of the Vancouver Island area illustrates the value of the satellite ocean colour imager as an indicator both of water productivity and water dynamics (using 3-day sequences of such images).

provision of forecast services to shipping, offshore oil and gas exploration and production, fishing and other interests.

To support the role outlined above, the working group recommends that:

6. the present complement of sensors on RADASAT be strongly supported; full use be made of the global capability for data acquisition; data from RADARSAT be used as a commodity in the negotiations to secure access to international satellite data; and efforts be made to establish a domestic ocean satellite data value-added industry.

**Educational Needs**

Universities cannot compete with industry and government laboratories in terms of funding. If data are treated on a cost-recovery basis it will exclude activity by the universities. All the ocean satellite data applications outlined above require trained people that can only be produced in appropriately equipped and funded university departments. Only UBC presently has the in-house equipment to receive and analyse ocean satellite data; one faculty member specializes in this field of oceanography. The university of Quebec at Rimouski has trained some students in this area by taking advantage of AES's image analysis equipment. Similar joint research programs are being established at the Bedford Institute of Oceanography and the Institute of Ocean Sciences. However, to increase the research and training activity in the universities it is necessary to make available ocean satellite data at a reasonable cost and, at the same time, find a funding mechanism for enhancing research and training in oceanic remote sensing.

The working group recommends that:

7. National university funding organisations be approached by CCRS to determine if special funds could be set aside for university research into remote sensing of the oceans, and to provide the necessary mechanism to promote the use of remotely sensed data in ocean research and the provision of ocean scientists trained in the application of satellite data to marine sciences.

# Données satellitaires sur les océans au Canada : perspectives à long terme

# Données satellitaires sur les océans au Canada : perspectives à long terme

**Préparé par**
**le Groupe de travail sur les océans**
**Comité consultatif canadien sur la télédétection**

**MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS**
***Ottawa 1985***

Publié par

Pêches et Océans

Direction de l'information et des publications scientifiques

Published by

Fisheries and Oceans

Scientific Information and Publications Branch

Ottawa K1A 0E6

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985
ISBN 0-662-54115-4
N° de cat. Fs 77-2/1985

Disponible gratuitement en s'adressant à :

Comité consultatif canadien sur la télédétection
2464, chemin Sheffield
Ottawa (Ontario) K1A 0Y7

Page couverture : Illustration (Don Connally) du RADARSAT en orbite au dessuss de la baie d'Hudson.

On devra citer la publication comme suit :

GROUPE DE TRAVAIL SUR LES OCÉANS. 1985. Données satellitaires sur les océans au Canada : perspectives à long terme. Comité consultatif canadien sur la télédétection, Ottawa (Ontario). 14 p.

# Table des matières


Avant-propos ..... 1

Sommaire ..... 3

Conclusions et recommandations ..... 7

Analyse des futurs systèmes de télédétection satellitaire des océans ..... 7
Avantages des systèmes d'observation satellitaires des océans pour le Canada ..... 9
Choix de participation pour le Canada ..... 10
Infrastructure ..... 11
Rôle de RADARSAT ..... 13
Formation ..... 13

Vue du détroit de Georgie (C.-B.) obtenue au moyen du balayeur multibande du LANDSAT. Le panache de sédiments est nettement visible au large de l'embouchure du fleuve Fraser sur cette image prise par temps inhabituellement dégagé.

Vue de la même région obtenue au moyen du SAR du SEASAT qui révèle un grand nombre d'autres entités océanographiques dont des vagues à la surface de l'océan, des ondes internes et des bâtiments de surface. Le radar à ouverture synthétique (SAR) permet d'obtenir des images jour et nuit par tout temps.

# Avant-propos

La nécessité du présent rapport s'est fait sentir à l'issue de la réunion multilatérale du Comité sur les satellites d'observation de la terre (CEOS) qui s'est déroulée à Washington (DC) en septembre 1984. Les pays membres de ce comité sont les États-Unis, la France, l'Inde, le Canada, le Japon et le Brésil, et de fait, l'adhésion est limitée aux pays qui élaborent actuellement un programme d'observation aérospatiale de la terre, comme c'est le cas pour le Canada avec RADARSAT. L'une des principales communications lors de cette réunion portait sur le plan de la NOAA prévoyant un système opérationnel de diffusion de l'information satellitaire sur les océans, qui assurerait l'accès aux produits de niveau II (observation des vents et des vagues) par l'intermédiaire d'un réseau de satellites de communications nationales couvrant l'Amérique du nord. Les responsables du CCT estiment que le Canada devrait étudier l'utilité et la faisabilité de l'intégration à ce système.

Le comité consultatif supérieur de RADARSAT a tenu une réunion spéciale le 6 novembre 1984 dans le but de déterminer les mécanismes appropriés pour informer les organismes du gouvernement canadien du plan de la NOAA. Les membres du comité ont décidé d'élaborer une proposition canadienne d'utilisation de donnée satellitaires sur les océans en reformant le groupe de travail sur les océans et en lui confiant un nouveau mandat. L'étude des glaces est exclue du mandat car cette question relève de la compétence d'un autre groupe de travail du CCCT.

Le nouveau groupe de travail sur les océans a été chargé de la préparation d'un rapport d'ici le 31 août 1985, portant sur les points suivants :

a) Faire un rapport sur les systèmes satellitaires d'observation océanographique* qui seront mis en service entre 1984 et l'an 2 000; étudier dans quelle mesure ces systèmes peuvent être utiles au Canada et recommander des options de participation pour le Canada. Le rapport devra également traiter de l'infrastructure canadienne nécessaire pour appuyer une telle participation.

b) Recommander les moyens par lesquels RADARSAT peut optimiser l'efficacité des systèmes d'observation susmentionnés.

**Voici la liste des membres du groupe de travail sur les océans :**

Geoff Holland, *président*,
Directeur, Direction des affaires océaniques, MPO

Nelson G. Freeman, *secrétaire*,
Bureau de projet RADARSAT

Jim Gower,
Institut des sciences de la mer

Olive Mason (remplaçant B. Toplis)
Institut océanographique de Bedford

Rob Cross, *directeur*,
Météorologie et océanographie MDN

Graeme Morrissey,
Division de la météorologie aérospatiale, SEA

Hubert Allard, *Directeur*
Services météorologiques, SEA

John Webster
Politiques, programmes spatiaux MEST

Bill Emery
Université de la C.-B.

Ralph Horne
APGTC, EMR

Joseph Cihlar
Développement des applications, CCT

Dave Boulding
CNR

Bill Thompson
Petro-Canada Resources

Bryan Wright
Gulf Canada Resources Inc.

Mohamed El-Sabh
Université du Québec à Rimouski

Richard Worsfold
F.G. Bercha & Associates

Bert Tapper
Garde côtière canadienne, MDT

**Les personnes suivantes ont prêté leur concours à l'élaboration du rapport :**

Bob Keely
Service des données sur le milieu marin, MPO

Howard Edel
Direction des affaires océaniques, MPO

Allan Bealby
Directeur du projet de données RADARSAT LBR

Fred Dobson
Institut océanographique de Bedford

* Par « système » il faut entendre les satellites océanographiques, les liaisons pour l'acheminement des données, les installations de traitement, le réseau de diffusion des produits et les services aux utilisateurs.

La deuxième version du rapport préliminaire a été soumise aux membres du Comité de mise en application du programme RADARSAT et à toutes les personnes dont le nom apparaît sur la liste d'information du groupe de travail sur les océans afin d'obtenir leurs commentaires avant de produire le rapport final.

Ce résumé du rapport final a été rédigé dans les deux langues officielles afin que le plus grand nombre de gens possible prennent connaissance des conclusions et des recommandations du groupe de travail. Le rapport technique complet peut être obtenu sur demande auprès du CCCT.

Le groupe de travail tient à remercier M^me^ Helen Kimpton pour la transcription et M. Blair Moxon pour l'illustration de ce rapport.

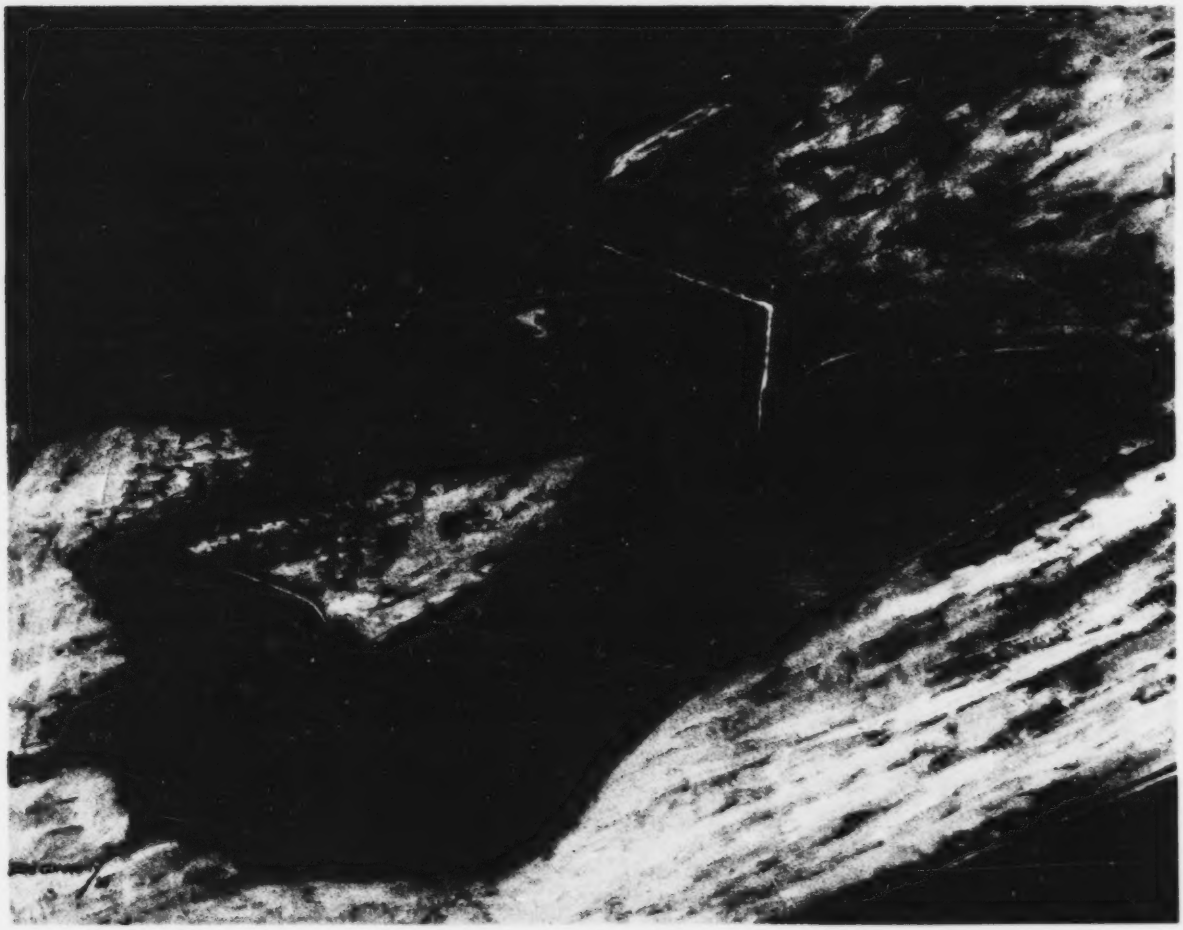


Illustration (Don Connally) du RADARSAT retiré de la soute de la navette spatiale par le bras canadien avant d'être transporté sur son orbite finale par le véhicule orbital de manoeuvre.

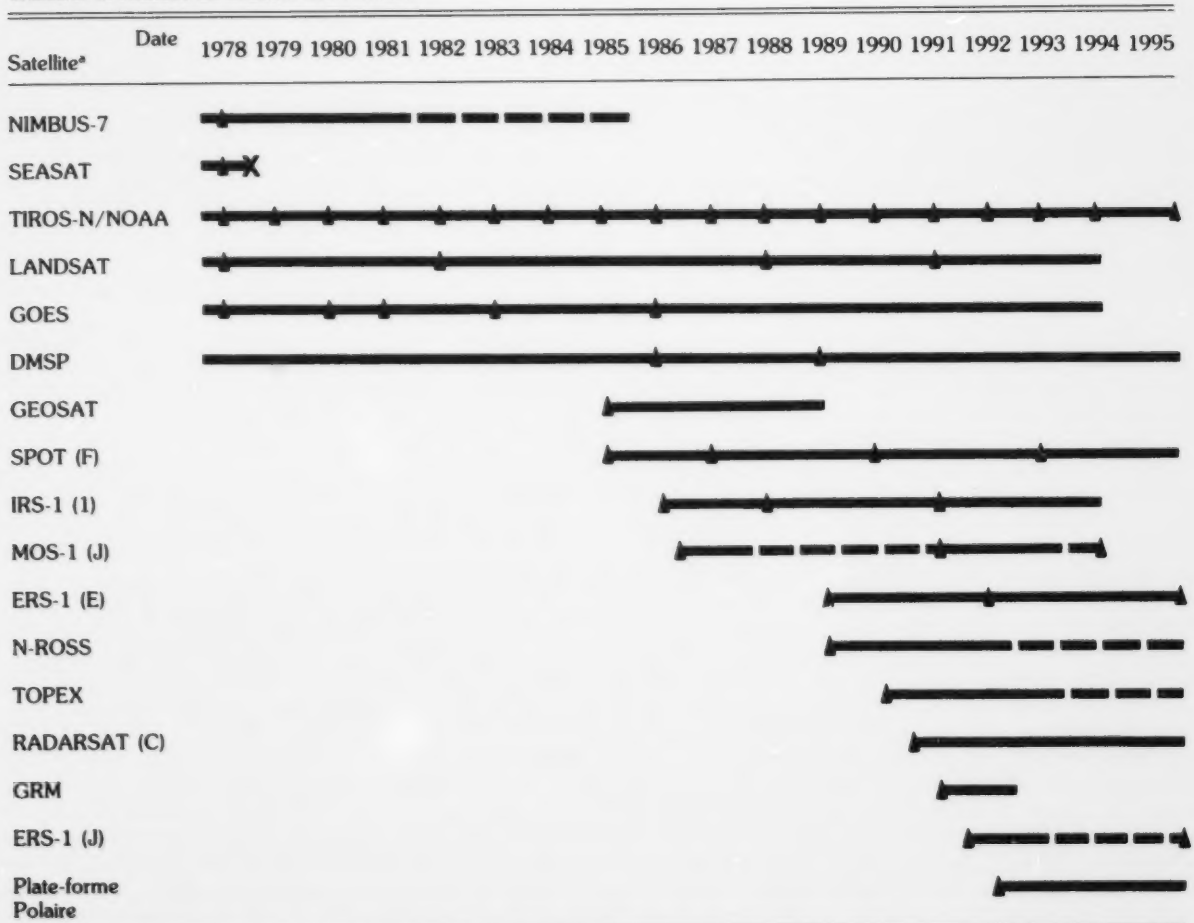
# Sommaire

Au cours de la prochaine décennie, les programmes spatiaux orientés vers la collecte, le traitement et l'interprétation des données océaniques représenteront un investissement mondial de plusieurs milliards de dollars. Le Canada, par l'intermédiaire de négociations internationales, peut contribuer à cet effort avec RADARSAT. Le gouvernement canadien doit toutefois étudier dans de brefs délais ses capacités de traitement et de diffusion de produits informatiques connexes afin que les négociations et les ententes internationales mènent à des conclusions positives. Le présent rapport tente d'analyser l'accessibilité des données satellitaires océaniques, les besoins des utilisateurs canadiens, les problèmes associés à la gestion des données et les possibilités offertes.

Au cours des prochaines années et jusqu'à la fin du siècle, la télédétection des océans dans le monde deviendra une composante intégrale et nécessaire de la surveillance des océans. Pour des raisons évidentes, le développement des techniques de télédétection pour les océans a été plus lent que celui des techniques homologues pour les applications terrestres et atmosphériques. Les océans sont tridimensionnels et en général, la télédétection décrit uniquement les phénomènes superficiels. Par conséquent, les caractéristiques en profondeur ne sont détectables que par leur influence à la surface. Il s'ensuit que les mesures directement associées aux phénomènes superficiels ont été les premières a être étudiées et acceptées par les scientifiques.

Très peu de temps après avoir accepté les données télédétectées pour la description des phénomènes superficiels, et encouragés par le succès du vol limité de SEASAT en 1978, les experts ont réalisé que d'autres mesures prises par satellite, conjointement avec des ensembles de données océaniques prises in situ peuvent être utilisées pour décrire ou déduire un grand nombre de caractéristiques et de phénomènes océaniques subsuperficiels. À cet égard, les lectures de mesures de couleur de l'océan, d'altimétrie radar, de radar à ouverture synthétique, de température océanique et de diffusomètre joueront toutes des rôles importants dans l'étude des océans à l'échelle mondiale. Ces mesures ont permis d'avoir un aperçu d'un grand nombre de nouveaux phénomènes d'un grand intérêt comme l'importante distribution des mouvements internes et réguliers des vagues, la détection de dômes sous-marins inconnus jusqu'à maintenant et de zones de remontée d'eau, en plus d'enrichir nos connaissances en matière de

TABLEAU 1. Années de mission des satellites.




[a]Sans parenthèse — É.-U.; (I) — Inde; (J) — Japon; (E) — Agence spatiale européenne; (F) — France; (C) — Canada.

pollution, de productivité marine, de courants et de vents de surface, de vagues océaniques, d'interaction air/mer et de phénomènes océaniques. Les tableaux 1 et 2 montrent les satellites océaniques et les capteurs prévus pour la prochaine décennie.

Les nouvelles sources de données océaniques ne remplacent pas les sources de données actuelles, lesquelles seront toujours nécessaires pour permettre l'interprétation des phénomènes superficiels et pour vérifier les données télédétectées. Par conséquent, tout nouveau système de télédétection ne peut se développer aux dépens des mesures classiques in situ, mais doit constituer un réseau parallèle et complémentaire. Toutefois, l'efficacité des données combinées et le coût par bit utile s'amélioreront considérablement.

Jusqu'à maintenant, le principal rôle des satellites a peut-être été de nous enseigner à considérer avec plus de précision les systèmes des océans et des glaces comme partie intégrante d'un système global et complexe et à développer des concepts théoriques plus élaborés et des modèles numériques appropriés à cette perception plus élargie. On peut s'attendre à une évolution capitale au cours de la pro-

TABLEAU 2. Performance des capteurs satellitaires océaniques.

| Type de capteur | Radiomètre VIS/IR | | | Radiomètre hyperfréquence passif | | Radar altimétrique | | Diffusomètre radar | | Radar à ouverture synthétique | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Satellite | Caractéristiques océaniques (km) | Surface océanique (°C) | Chlorophylle a (= g/L) | Surface océanique (°C) | Eau en suspension g/cm² | Niveau de la mer (m) | Hauteur significative des vagues (m) | Vitesse du vent (m/s) | Direction du vent (°) | Longueur d'onde (m) | Direction des vagues (°) | Détection des navires % de probabilité |
| NIMBUS-7 | | | CZCS 30% | SMMR ±1.5 | SMMR ±0.21 cm | | | | | | | |
| SEASAT | VIRR 5×5 | VIRR 1.5° rel. 2° abs. | | SMMR ± 0.75 | SMMR ±0.25 | ALT 0.05 | ALT ±0.3 (1-5) | SASS ±1.6 (3-16) | SASS ±18° | SAR ±15% | SAR ±10 | SAR 50 |
| TIROS-N NOAA | | AVHRR ±0.6 | ACZCS (OCI) 50% (0.01-10) | MSU 1-1.5 | | | | | | | | |
| LANDSAT | MSS 0.08×0.08 TM 0.03×0.03 | | | | | | | | | | | |
| GOES | VISSR 8×8 | VISSR 1.2° VAS 1.0° | | | | | | | | | | |
| DMSP | OLS 3×3 | | | | SSMI +0.2 | | | | | | | |
| GEOSAT | | | | | | RA 0.02 | | | | | | |
| SPOT (F) | HRV 0.01×0.01 | | | | | | | | | | | |
| IRS-1 (I) | LISS 0.03×0.03 | | | | | | | | | | | |
| MOS-1 (J) | MESSR 0.05×0.05 VTIR 3×3 | | | MSR 0.5 | | | | | | | | |
| ERS-1 (E) | | ATSR/M ±0.5 | | | ATSR/M 10% | RA 2 abs. ±0.1 rel. | RA ±0.5 ou 10% | AMI ±2 ou 10% (4-24) | AMI ±20° | AMI 20% | AMI ±15° | |
| N-ROSS | | | | LFMR ±0.5 | SSMI ±5 | RA ±0.08 | RA ±0.5 | N-SCAT ±2(3-30) | N-SCAT ±16 | | | |
| TOPEX | | | | | | T-ALT ±0.02 | T-ALT ±0.02 | | | | | |
| RADARSAT (C) | MOMS 0.03×0.03 | AVHRR +0.6 | | | | | | R-SCAT ±2(3-30) | R-SCAT ±16° | SAR ±15% | SAR ±10° | SAR 75 |
| ERS-1 (J) | VNIR 0.025×0.025 | | | | | | | | | SAR ±15% | SAR ±10% | |
| Station spatiale | MIA-IRIS | CSMR | CSMR | PMR ±1 | AMIS | RA ±0.08 | RA ±0.5 | RS ±1.3 (4-26) | RS ±16° | SAR ±15% | SAR ±10% | |

chaine décennie, lorsque la nouvelle génération de satellites d'observation océanique sera mise en orbite et que les techniques opérationnelles et de recherche auront atteint un stade où il sera possible d'utiliser toutes les données continues et homogènes fournies par les systèmes satellitaires.

Le gouvernement, les universités et l'industrie doivent unir leurs efforts pour perfectionner les compétences canadiennes dans le domaine des sciences de la mer basées sur les satellites et multiplier les applications économiques importantes pouvant en résulter. Les questions à résoudre comprennent le coût et l'accessibilité des données satellitaires, les énormes volumes de données et les problèmes connexes de diffusion et d'archivage, l'interface avec les données in situ, les questions de juridiction nationale et internationale et la formation de personnel qualifié.

En général, les utilisateurs de données océaniques ne possèdent ni la préparation ni l'équipement nécessaires pour recevoir les données télédétectées. Par contre, les services de renseignements météorologiques terrestres sont bien établis. Il faudra donc s'assurer, au cours du processus de planification, que les besoins futurs en données satellitaires océaniques ne seront pas dominés par des avantages plus immédiats bien établis. À ce propos, les installations de réception en direct au Canada ne donnent pas un rendement optimal pour la couverture océanique, laissant ainsi certaines zones maritimes d'intérêt canadien totalement inaccessibles ou accessibles par l'intermédiaire de stations étrangères. Il faudrait déterminer les implications de ce genre de situation et étudier le problème pour que les applications océaniques à long terme deviennent économiquement rentables. Il faudrait utiliser complètement le système national de distribution de données prévu par le SEA et ses liaisons avec la base internationale de données pour diffuser les données satellitaires océaniques et les produits informatiques connexes. Au cours des étapes initiales du développement des bases de données satellitaires des océans, il est admis qu'il faudra obtenir des subventions pour maintenir des prix compétitifs pendant la période d'établissement d'un marché d'utilisateurs. Il faudra se pencher également sur les besoins des chercheurs dans les universités et au gouvernement pour permettre l'accès rapide à cette base de données.

Le système d'observation par satellite forme une chaîne entre la collecte des données et l'utilisateur. Le réseau de gestion des données est aussi essentiel que le capteur lui-même et la même importance devrait être accordée à chacun. Les systèmes de gestion de données devraient faire partie intégrante de tous les projets spatiaux. Négliger cet aspect pourrait nuire au succès de l'ensemble d'un programme spatial. Même s'il s'agit d'une observation générale, elle peut se révéler particulièrement importante pour les utilisateurs des données océaniques en raison de l'arrivée relativement récente des systèmes de satellites pour les océans.

L'absence de centre de données satellitaires océaniques constitue à la fois un défi et une possibilité d'avenir. Le Canada devrait tout au moins négocier l'accès aux données océaniques provenant de sources étrangères et assurer l'accessibilité des données provenant des programmes nationaux. Un centre d'échange national devrait être mis sur pied dans le but de distribuer des ensembles de données aux utilisateurs finals tandis que les besoins opérationnels urgents devraient être satisfaits par des services spécialisés, dirigés par des organismes gouvernementaux appropriés qui tiendrait les inventaires et distribuerait les données.

La possibilité plus intéressante consiste à établir un centre spécialisé de données satellitaires océaniques qui serait chargé de répondre à tous les besoins canadiens d'exploitation et d'archivage qui ne seraient pas déjà assurés par d'autres centres gouvernementaux. Ce centre pourrait être situé sur les lieux du Service des données sur le milieu marin qui traite actuellement les données in situ pour des raisons évidentes de centralisation des données et de vérification au sol. Une telle installation nécessiterait initialement un investissement en capital très élevé, de l'ordre de quelque 4 % du budget RADARSAT réparti sur une période de 5 ans. Il existe d'autres possibilités entre l'option minimale et l'option idéale, mais les experts estiment que les avantages à long terme d'une approche intégrée seraient plus rentable qu'une solution par à-coups.

En raison du nombre élevé d'organismes spécialisés dans l'acquisition et la diffusion des données satellitaires océaniques, tant à l'échelle nationale qu'internationale, il est nécessaire de préciser clairement les rôles et les responsabilités de chaque organisation dans des protocoles de convention entre les organismes individuels. Ces protocoles devront être finalisés bien avant le lancement du satellite. Les ententes nationales entre SLO/MPO, SEA/MDE et CCT/EMR devront absolument tenir compte des besoins particuliers des universités et de l'industrie.

Les universités jouent un rôle de premier plan dans les programmes de recherche et d'enseignement nécessaires pour former du personnel qualifié et développer des applications pour les données satellitaires. Il importe que le gouvernement participe et fasse avancer ce programme grâce à l'appui de ses organismes de financement.

Dans tous les aspects susmentionnés, RADARSAT a été perçu comme ayant un rôle intégral à jouer. L'addition des capteurs sur RADARSAT est accueillie avec enthousiasme par la communauté océanographique. Le diffusomètre présente un intérêt particulier puisqu'il fournira les observations des vents nécessaires pour améliorer les prévisions maritimes de jour1 et de jour2 et pour alimenter les modèles de prévision des ondes spectrales. Le radar à ouverture synthétique permettra de vérifier la sortie des modèles de vagues et de surveiller les structures internes des vagues et des courants, les remous et les déplacements des navires dans les eaux canadiennes. Le radiomètre perfectionné à très haut pouvoir de résolution (AVHRR) et les capteurs optiques, même s'ils n'ont pas la capacité hyperfréquence pour toutes les conditions météorologiques et jour/nuit, assureraient par temps clair des mesures de productivité océanique, de température à la surface de l'eau, de sédimentation et de pollution. RADARSAT répondrait essentiellement aux besoins canadiens, mais pourrait contribuer à l'ensemble de données globales. Le Canada doit également viser à ce que les données locales et globales nationales soient enrichies par des apports étrangers dans le but de répondre à des questions portant sur le climat, les pêches et les ressources océaniques. Le Canada doit encourager la recherche sur les applications océaniques des données télédétectées afin de maximiser les avantages économiques des futurs systèmes satellitaires.

RADARSAT constituera un outil de négociation pour

accéder aux données internationales. Enfin, l'accessibilité de données de grande qualité au Canada favorisera le développement d'une industrie des données océaniques à valeur ajoutée, fondée sur le succès confirmé des compagnies canadiennes similaires dans des disciplines météorologiques et terrestres.

L'analyse des questions et des possibilités susmentionnées a débouché sur les recommandations suivantes formulées par le Groupe de travail sur les océans du CCCT en vertu de son mandat :

1. Que le groupe de travail du CCCT sur les océans puisse poursuivre ses travaux et qu'il se voit attribuer un mandat précis pour surveiller les progrès dans l'établissement des infrastructures, dans la révision des décisions portant sur la conception du système et la coordination du développement de la science de la mer et des applications connexes. Le comité devrait être formé de membres du gouvernement, de l'industrie et des universités.

2. Que la localisation des stations terrestres canadiennes soit établie en fonction d'une couverture tant terrestre que maritime; que les installations américaines de traitement de données partagées soient accessibles pour compléter la réception directe des données satellitaires océaniques au Canada; que le réseau METSIS du SEA soit utilisé pour distribuer les données satellitaires océaniques aux utilisateurs intermédiaires et finals au Canada; et que les services offerts aux utilisateurs de données océaniques soient encouragés à prendre une expansion parallèle aux applications terrestres et atmosphériques.

3. Que le gouvernement s'assure que le prix initial des données satellitaires océaniques et des produits informatiques soient concurrentiels avec ceux des autres méthodes

**Cette photographie a été prise par Marc Garneau au moyen d'un appareil photo 70 mm lors de son envolée à bord de la navette spatiale *Challenger*. Les reflets du soleil délimitent nettement le mouvement de la marée franchissant le détroit de Gibraltar pour pénétrer dans la Méditerranée.**

d'acquisition de données océaniques, compte tenu du fait que le marché des données satellitaires océaniques n'a pas encore atteint son plein développement.

4. Que le financement pour l'obtention d'un système spécialisé de gestion des données océaniques soit inclus dans la soumission du programme spatial canadien et appuyé fortement par le CCCT et le comité consultatif supérieur de RADARSAT. Un tel système devrait être situé dans les mêmes locaux que le Service des données sur le milieu marin.

5. Qu'un groupe de travail des ministères fédéraux concernés soit établi pour élaborer, en priorité, des projets de protocoles de convention nationale et internationale sur l'infrastructure, nécessaires pour couvrir la gestion des données satellitaires océaniques. Il importerait de consulter l'industrie et les universités pendant ce processus.

6. Que l'addition de nouveaux capteurs sur RADARSAT reçoive un appui massif; que la capacité globale d'acquisition de données soit totalement utilisée; que la recherche en matière d'application des données océaniques soit encouragée dans les laboratoires gouvernementaux et privés; que les données de RADARSAT soient utilisées comme moyen de négociation pour assurer l'accès aux données satellitaires internationales; et que des efforts soient consentis en vue de créer une industrie nationale à valeur ajoutée pour les données océaniques recueillies par satellite.

7. Que le CCT enquête auprès des organismes fédéraux de financement des universités pour déterminer si des fonds spéciaux pourraient être consacrés à la recherche universitaire en télédétection des océans pour prévoir les mécanismes nécessaires pour promouvoir l'utilisation des données télédétectées en recherche océanique. Il y aurait lieu également de veiller à la formation de scientifiques dans l'application des données satellitaires aux sciences de la mer.

# Conclusions et recommandations

Le groupe de travail sur les océans avait pour mandat de faire un rapport sur les systèmes prévus d'observation des océans par satellite jusqu'à l'an 2000, sur les avantages de ces systèmes pour le Canada et sur les infrastructures requises pour appuyer la participation canadienne ainsi que sur le rôle de RADARSAT. Dans le Rapport technique, le groupe de travail a établi soigneusement les bases permettant de tirer des conclusions et formuler des recommandations. En premier lieu est présenté un exposé détaillé des missions prévues d'observation des océans par satellite, de la performance des capteurs et des systèmes de traitement de données afin d'établir les sources possibles et les voies de transmission des futures données satellitaires. Ensuite, une étude des besoins en matière d'information océanique a été effectuée auprès des organismes clés dans le but d'établir une clientèle et de trouver des applications. En dernier lieu, un plan de gestion des données, avec un certain nombre d'options, a été mis au point.

Au cours des prochaines années et dans le siècle à venir, la télédétection des océans deviendra une composante intégrale et nécessaire de l'étude des océans. Toutefois, les nouvelles sources de données océaniques ne remplacent pas les sources existantes, lesquelles seront toujours nécessaires pour étudier et surveiller les phénomènes subsuperficiels et vérifier les données télédétectées. Les satellites constitueront une source d'information d'une richesse incalculable pour les océanographes puisque cela leur permettra d'étudier la variabilité de la surface des océans sur des échelles temporelles et spatiales qui n'existaient pas dans le passé. Le coût d'acquisition des données océaniques a toujours été très élevé et, même si le coût par donnée unitaire spatiale est bas, les dépenses totales pour mettre un satellite en orbite et l'y maintenir sont encore exorbitantes. Il faut prévoir une collaboration internationale dans le partage des données pour réduire les coûts à des niveaux acceptables pour chaque pays, dont le Canada. Le Canada, compte tenu de sa participation passée et actuelle avec la NASA et l'ESA et son projet RADARSAT est bien placé pour négocier des ententes d'échange avec les autres pays. Toutefois, les utilisateurs canadiens de données océaniques n'ont généralement ni la préparation ni l'équipement nécessaire pour traiter un afflux massif de données océaniques télédétectées. Le Canada doit donc élaborer des systèmes spécialisés de gestion de données, trouver des applications, encourager la recherche et créer des programmes universitaires de formation afin de tirer le plus grand profit des investissements relatifs à la télédétection des phénomènes océaniques. Pour garantir la mise en place de telles infrastructures lorsque les données satellitaires seront accessibles, il est recommandé :

1. Que le groupe de travail du CCCT sur les océans puisse poursuivre ses travaux et qu'il se voit attribuer un mandat précis pour surveiller les progrès dans l'établissement des infrastructures, dans la révision des décisions portant sur la conception du système et la coordination du développement de la science de la mer et des applications connexes. Le comité devrait être formé de membres du gouvernement, de l'industrie et des universités.

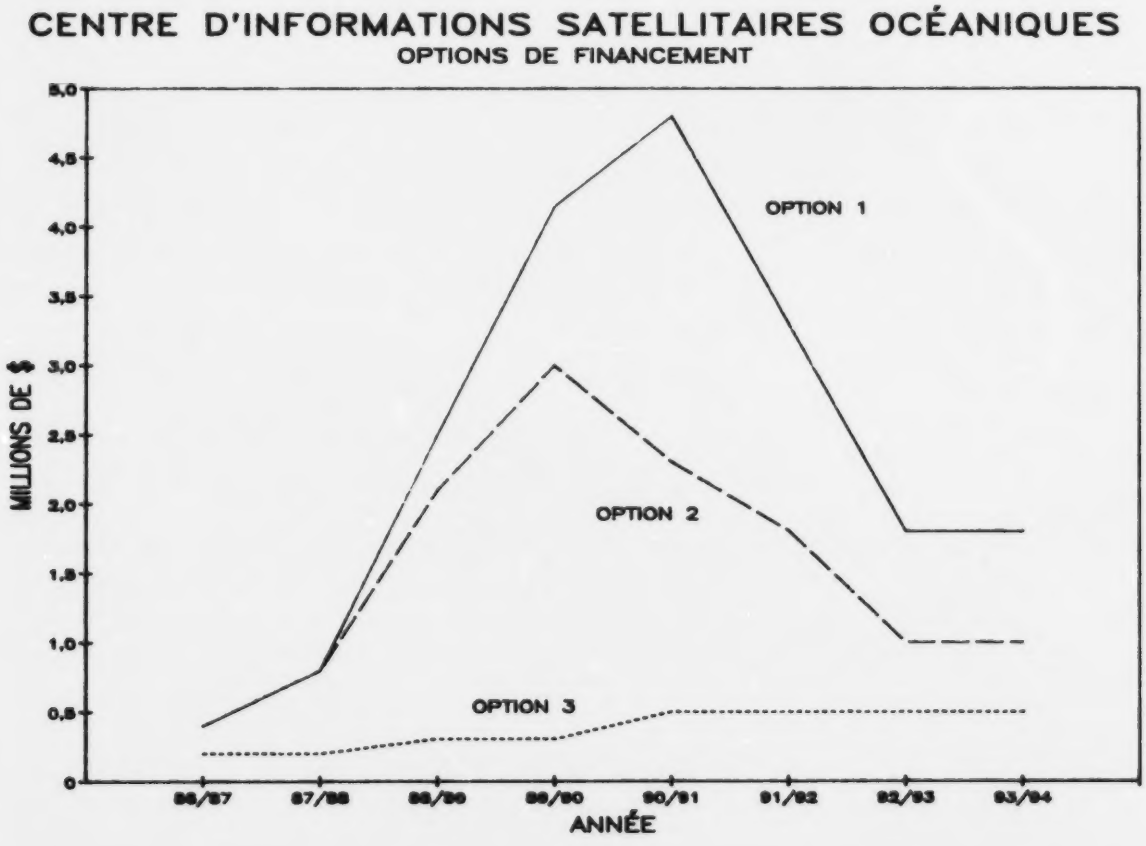
### Analyse des futurs systèmes de télédétection satellitaire des océans

Dans le présent rapport, les systèmes satellitaires comprennent les satellites, les capteurs, les liaisons de données, les installations de traitement, les réseaux de diffusion et les services aux utilisateurs. L'information accessible dans le cadre de ce genre de plans et de propositions varie entre les stratégies de recherche très détaillées de la NASA et les activités moins bien définies des stations spatiales internationales. Le groupe de travail a décidé de limiter son analyse aux systèmes qui sont actuellement au stade de la conception comme c'est le cas pour RADARSAT. Dans ce contexte, le nombre prévu de satellites et la diversité des capteurs, qui trouvent des applications directes dans la mesure des paramètres océaniques révèlent une augmentation sensible vers la fin de cette décennie et le début des années 1990. Le groupe de travail a donc conclu qu'il

y aurait suffisamment de satellites et de capteurs océaniques au cours de la prochaine décennie pour fournir l'échantillonnage temporel et spatial nécessaire à la mesure de nombreuses caractéristiques dynamiques et transitoires à la surface des océans et à la création d'une base de données satellitaires océaniques à long terme.

Il est donc nécessaire de déterminer l'emplacement approprié des bases de réception de données pour assurer une couverture adéquate des océans. Jusqu'à maintenant, la localisation des stations canadiennes de réception étaient établies principalement en vue d'optimiser les applications terrestres. Les installations de réception SEASAT situées sur la côte est à Shoe Cove, Terre-Neuve, assuraient une excellente couverture au-dessus de la mer pendant cette mission, mais, depuis, elles ont été démantelées. La station actuelle ERPT du AVHRR de Downsview ne peut recevoir les données qui couvrent la région du Cap Flemish du plateau continental canadien. Le projet d'installation de réception ROS de RADARSAT (Fairbanks, Alaska) pour la côte ouest et l'Arctique est sous le contrôle des États-Unis et soulève des questions de censure de données par les organismes américains, surtout lorsqu'il est question de revendications en matière de souveraineté. La dernière proposition de couverture par diffusomètre ERS-1 qui utilise Ottawa, Kiruna et Mas Palomas (Canaries) laisse des vides critiques de couverture de données sur les orbites de la côte ouest. Les stations réceptrices du diffusomètre de RADARSAT prévues pour Halifax et Vancouver devraient être améliorées pour inclure la réception AVHRR. Le groupe de travail a donc conclu que les installations de réception directe au Canada ne sont pas actuellement au point pour assurer une couverture océanique optimale et que ce problème devrait être étudié avant de prendre les décisions finales.

Les systèmes de traitement et de diffusion des données satellitaires ont des volumes de données beaucoup plus importants que les systèmes classiques d'observation océanographique. Par conséquent, de nouvelles techniques informatiques, des dispositifs améliorés de stockage et des communications par satellite doivent être adoptés. La National Oceanic and Atmospheric Administration, la marine et l'aviation américaines ont commencé à se pencher sur le problème des exigences de gestion de données en créant des centres spécialisés de traitement des données atmosphériques et océaniques et en partageant ensuite les produits informatiques entre les centres et les utilisateurs par l'intermédiaire d'une liaison commerciale par satellite — le SATCOM de RCA. Au Canada, le Ser-




**Cheminement futur au Canada des données océanographiques obtenues par satellite, incluant le nouveau Centre de renseignements sur les océans proposé pour l'intégration des données satellites aux observations océanographiques classiques.**

vice de l'environnement atmosphérique met actuellement au point un système de communication par satellite de données météorologiques à quelque 70 centres météorologiques au Canada. Le groupe de travail a conclu que ces deux systèmes améliorés et exploités en tandem, constituent une base de diffusion efficace et performante de données satellitaires nationales et étrangères pour les utilisateurs canadiens.

Une analyse des services de données satellitaires en exploitation au Canada a indiqué que les applications météorologiques (SEA) et terrestres (CCT) sont à la fine pointe du progrès tandis que les services d'information océanographique par satellite accusent un certain retard. Depuis déjà deux décennies, le Service de l'environnement atmosphérique s'occupe de la réception, du traitement et de la diffusion de données satellitaires météorologiques et océanographiques (SST). Depuis 1972, le Centre canadien de télédétection a concentré ses efforts sur la réception et la diffusion des données Landsat. Le groupe de travail a, toutefois, conclu qu'il existe actuellement au Canada des lacunes dans l'acquisition, le traitement, l'archivage et la distribution dans les services de données satellitaires océaniques. Le Service des données sur le milieu marin est le dépôt national des données océanographiques en temps réel et archivées, recueillies par le gouvernement et l'industrie, et fournit couramment les données et les produits océaniques classiques aux utilisateurs. Le SDMM serait l'emplacement idéal pour un système de gestion de données satellitaires océaniques visant à compléter les systèmes existants au SEA et au CCT.

À l'issue de son étude des systèmes prévus d'observation des océans par satellite, le groupe de travail recommande :

2. Que la localisation des stations terrestres canadiennes soit établie en vue d'assurer une couverture optimale tant pour les océans que pour les terres; que les installations américaines de traitement de données partagées soient accessibles pour compléter la réception directe des données satellitaires océaniques au Canada; que le réseau METSIS du SEA soit utilisé pour distribuer les données satellitaires océaniques aux utilisateurs intermédiaires et finals au Canada; et que les services offerts aux utilisateurs de données océaniques soient encouragés à prendre une expansion parallèle aux applications terrestres et atmosphériques.

### Avantages des systèmes d'observation satellitaires des océans pour le Canada

Les avantages qui résultent de l'amélioration de l'information et des données océaniques satellitaires sont de deux ordres : (1) avantages économiques directs découlant de l'utilisation opérationnelle des données, lesquelles sont relativement quantifiables; (2) avantages à plus long terme de la recherche sur des phénomènes océaniques dont la rentabilité s'échelonne sur plusieurs années. Même si le premier type d'avantages peut servir à vendre de nouveaux systèmes satellitaires, c'est le deuxième qui permettra d'acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour réaliser les plus gros bénéfices à partir des ressources marines renouvelables et non renouvelables. Néanmoins, aucun de ces avantages ne se concrétisera tant que les systèmes de diffusion de données n'auront pas été mis en place et que les produits informatiques ne seront pas économiquement compétitifs avec d'autres formes de données d'observation océanique.

Les avantages économiques à court terme des données océaniques satellitaires résulteront de l'exploration et de la production offshore, du transport maritime et de l'industrie des pêches grâce essentiellement à l'amélioration des informations et des prévisions météorologiques, des données sur l'état de la mer et des glaces. Les vecteurs vent dérivés du diffusomètre peuvent servir immédiatement à l'amélioration des prévisions météorologiques maritimes de jour 1 et de jour 2 qui, à leur tour, permettent d'établir les prévisions de l'état de la mer et du mouvement des glaces. De même, les mesures altimétriques de hauteur peuvent servir à vérifier les prévisions de l'état de la mer et fournir des informations sur les principaux systèmes de courants. L'une des exigences opérationnelles qui, à l'heure actuelle, est presque entièrement satisfaite par les radiomètres infrarouge aérospatiaux est la production de cartes de température de la surface océanique et l'analyse des caractéristiques de la mer. Cette exigence continuera à être satisfaite dans l'avenir.

De nombreuses études économiques ont porté sur les ratios avantages-coûts d'une information environnementale améliorée. L'étude de Price Waterhouse effectuée en 1983 a estimé que les avantages tirés des données acquises par RADARSAT pour le développement des ressources pétrolifères et gazeuses et pour le transport maritime général sur la côte est du Canada se chiffreraient à 12 millions de dollars par année. De plus, une économie ponctuelle de coût en capital de l'ordre de 28 millions de dollars sera réalisée pour les prévisions. Des bénéfices encore plus importants sont prévus pour l'Arctique, si des pétroliers plutôt que des pipelines sont utilisés pour transporter les hydrocarbures vers le sud. Douserv-Econosult réexamine actuellement les avantages prévus du projet RADARSAT pour l'industrie pétrolière et gazéifère offshore. Cette firme estime que les profits annuels provenant des applications de cette technique dans le domaine des océans et des glaces seront de 15,4 millions de dollars à partir de 1991. Une évaluation de l'utilité des données SEASAT pour les industries œuvrant dans le domaine océanique, faite par *Jet Propulsion Laboratory* en 1981, révèle que les bénéfices annuels prévus pour l'ensemble de la télédétection des océans pour des opérations commerciales aux États-Unis varient entre 700 et 1 500 millions de dollars par année. Si ces chiffres sont pondérés par le ratio du PNB (362/3 573 milliards en dollars de 1982) des deux pays, le Canada devrait alors réaliser des bénéfices de l'ordre de 70 à 150 millions de dollars par année avec la télédétection à des fins non militaires.

À plus long terme, la recherche permettra de trouver d'autres applications opérationnelles pour les données satellitaires océaniques qui apporteront d'autres avantages pour le Canada. Le groupe de travail a estimé que les données sur le vent obtenues à partir du diffusomètre ont eu les plus grandes applications dont les prévisions à posteriori de l'état de la mer et la recherche sur les processus de mélange et de circulation des eaux océaniques. Les données altimétriques sont celles qui donnent ensuite les

meilleurs avantages en améliorant sensiblement la climatologie de la hauteur des vagues et en mesurant les courants océaniques transitoires. Le ROS offre la possibilité de réaliser des bénéfices importants par la mesure des spectres d'énergie des vagues superficielles et la détection des navires si la recherche actuelle permet d'augmenter la fiabilité de ces observations. La couleur de l'océan, et particulièrement les mesures de chlorophylle, pourront servir à faire des études sur l'écologie et la gestion des pêches. Les données du AVHRR sont très utiles pour l'étude des tendances des anomalies de température à la surface de la mer et les courants d'est limitrophes comme le Gulf Stream.

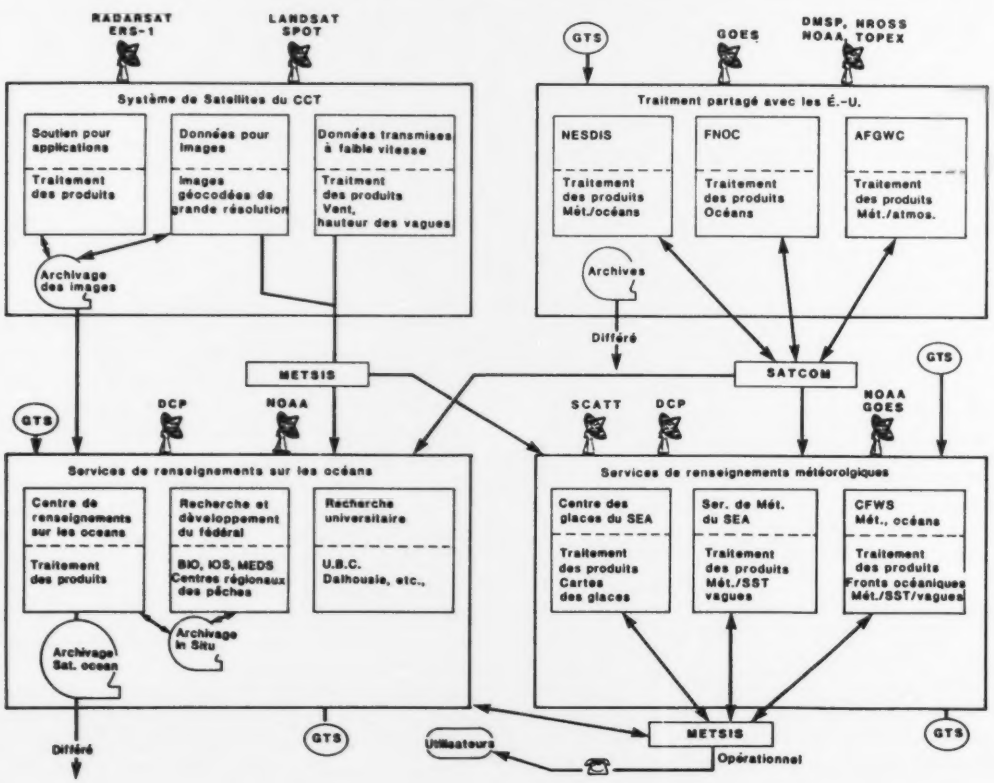
Le groupe de travail a conclu que les données satellitaires océaniques offriront des avantages économiques et scientifiques importants et, dans de nombreux cas, constitueront les seules données d'observation dans les secteurs au large du Canada. Toutefois, ces bénéfices ne seront réalisés que si le prix imputé aux utilisateurs finals est compétitif avec celui des autres sources de données. Le marché des données océaniques obtenues par satellite est à ses débuts, comme ce fut le cas du marché LANDSAT il y a une dizaine d'années, et nécessitera une certaine forme d'appui initial. Cet encouragement initial pour le développement du marché est prévisible puisqu'il a marqué les débuts des systèmes de données terrestres et atmosphériques obtenues par satellite. Depuis, ces deux systèmes sont commercialement viables. Les exploitants offshore et l'industrie-conseil connexe au Canada n'utiliseront pas les données satellitaires à moins que les coûts ne soient compétitifs avec ceux des données d'observation aérienne et classique. La recherche universitaire engagée dans le développement des applications et dans la formation d'utilisateurs qualifiés sera également fort désavantagée si les prix sont trop élevés. Le groupe de travail a conclu que les prix constituent un facteur déterminant dans la réalisation des bénéfices mentionnés et recommande donc :

3. Que le gouvernement s'assure que le prix initial des données satellitaires océaniques et des produits informatiques connexes soit compétitifs avec ceux des autres méthodes d'acquisition de données océaniques, compte tenu du fait que le marché des données océaniques acquises par satellite n'a pas encore atteint son plein développement.

## Choix de participation pour le Canada

Les exigences canadiennes en matière de données opérationnelles (en temps réel) et scientifiques (archives) peuvent être satisfaites par un satellite national spécialisé comme RADARSAT, complété par des données additionnelles provenant des programmes d'autres pays. Les données permettraient à la fois d'alimenter les modèles de prévisions hémisphériques et globaux et de répondre aux besoins immédiats du Canada dans ses zones côtières. Presque toutes les données non canadiennes nous parviennent par l'intermédiaire des États-Unis, dans le cadre

SYSTÈME DE GESTION DE DONNÉES SATELLITES OCÉANOGRAPHIQUES



d'une entente internationale établie par le Comité sur les satellites d'observation terrestre (CEOS). Le mode d'exploitation consiste à relier le satellite américain SATCOM de RCA au nouveau réseau de communication METSIS du SEA. Le SEA planifie actuellement de construire une installation de réception SATCOM à Dorval dans le but de recueillir les données atmosphériques et océaniques pertinentes et de les diffuser en temps réel par le réseau METSIS. ERS-1 de RADARSAT et les données satellitaires météorologiques seront reçues directement au Canada et transmises par le même système de communication. Ce système permet de répondre adéquatement aux besoins de la communauté météorologique tout en étant accessible aux utilisateurs de données océanographiques. Toutefois, ce potentiel n'existe pas plus pour l'archivage et la recherche de telles données que pour l'intégration des données satellitaires océaniques aux applications océanographiques classiques. De plus, on ne prévoit pas approfondir le traitement de l'imagerie ROS en spectres d'ondes ou d'entreprendre l'analyse des caractéristiques de surface (incluant la détection des navires). Par conséquent, le groupe de travail a conclu qu'il faut se concentrer sur l'intégration et la diffusion des produits informatiques océaniques en temps réel et d'archive, et propose, dans cette optique, l'établissement d'un centre d'information océanique. Le groupe de travail insiste sur la nécessité d'inclure la gestion des données dans chaque aspect du processus de planification des systèmes satellitaires.

Les choix d'implantation d'un tel centre varient entre un rôle très réduit de coordination et d'archivage et une installation complète de gestion de données satellitaires océaniques assortie d'un système de diffusion aux usagers finals. L'intégration des données océaniques classiques aux données satellitaires ne peut être réalisée que si les deux installations de traitement de données sont dans un même endroit. Le premier choix consisterait à établir des installations spécialisées de réception SATCOM pour les données océanographiques, à créer une liaison spécialisée de communications avec METSIS et à assurer le branchement direct avec les installations de traitement RADARSAT à Ottawa. Cette façon de procéder assurerait un système unique de diffusion pour l'utilisateur final de données satellitaires océaniques en temps réel et d'archive et permettrait d'obtenir des produits informatiques de meilleure qualité. Elle permettrait également l'intégration des données océanographiques classiques ainsi que le traitement postimage. Le deuxième choix réduirait le rôle du Centre d'information océanique, entraînerait l'abandon de l'installation de réception directe de SATCOM (l'installation de réception prévue du SEA serait utilisée) et éliminerait les responsabilités de diffusion en temps réel. Une installation importante de traitement de données satellitaires serait toutefois requise pour recevoir, traiter, archiver et diffuser les données et les produits informatiques connexes aux utilisateurs océanographiques.

Le troisième choix maintiendrait le statu quo pour les données océanographiques recueillies in situ, mais les données satellitaires océaniques seraient achetées de certaines sources selon les besoins. Un service de coordination et d'échange serait établi pour les utilisateurs finals. Il n'y aurait aucune capacité opérationnelle. Le groupe de travail conclut donc que le premier choix serait le plus souhaitable et recommande :

4. Que le financement pour l'obtention d'un système spécialisé de gestion des données océaniques soit inclus dans la soumission du programme spatial canadien et appuyé fortement par le comité consultatif supérieur de RADARSAT. Un tel système devrait être situé dans les mêmes locaux que le Service des données sur le milieu marin.

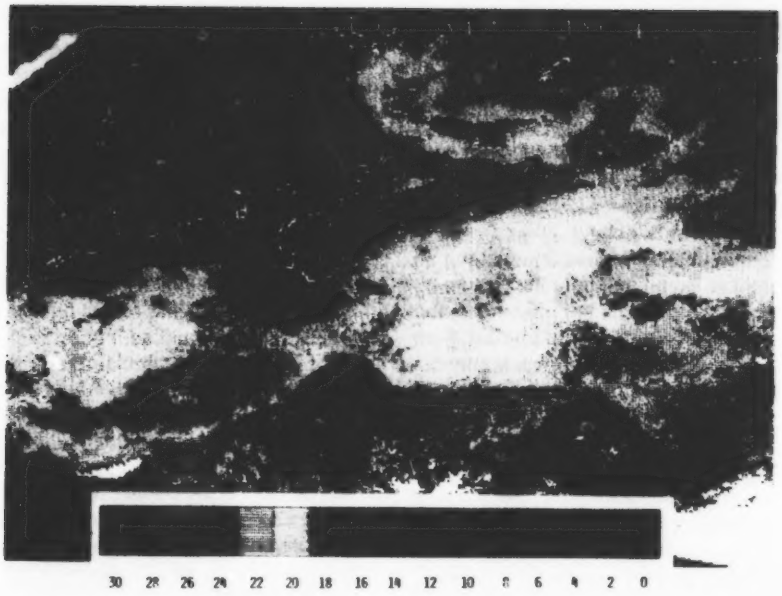
**Infrastructure**

Compte tenu du nombre important d'organismes chargés de l'acquisition et de la diffusion des données satellitaires océaniques, nationales et internationales, il est nécessaire de préciser clairement les rôles et les responsabilités de chacun d'entre eux. Ces rôles et responsabilités devraient être définis dans des protocoles de convention entre chacun des organismes et terminés bien avant le lancement du satellite. Le groupe de travail a conclu que Sciences et levés océaniques du MPO devrait assumer la charge de l'élaboration d'un protocole de convention national, le Service de l'environnement atmosphérique du MDE devrait se charger d'acquérir les données par la liaison SATCOM et le CCT devrait apporter son concours en fournissant les données RADARSAT au système américain de traitement partagé. Chaque organisme devrait signer toutes les ententes.

Le protocole national devrait, entre autres, aborder les questions suivantes : quel type et quelle quantité de données doivent être diffusées en temps réel ? Quelles sont les données à archiver ? Quelle données doivent être intégrées avec les données d'observations classiques ? Quel est le traitement postimage RADARSAT requis ? Quels mécanismes de vérification et de contrôle de qualité doivent être prévus pour les données satellitaires ? Quelle forme doit prendre le répertoire de données ? Quelles sont les responsabilités des divers organismes ? Quels sont les besoins particuliers des universités et de l'industrie ? Le groupe de travail a conclu qu'il faudrait établir une entente décrivant les arrangements coopératifs entre le SLO, le SEA et le CCT sur les divers aspects de l'acquisition, du traitement et de la diffusion des données océaniques télédétectées et des produits informatiques connexes. Cette entente pourrait être similaire à celle qui a été conclue entre le secteur de la recherche et de la technologie, EMR et le SEA du MDE.

L'urgence des ententes avec les pays étrangers est également importante, car les données pourraient être accessibles par SATCOM dès 1986. Toutefois, les négociations internationales pour avoir accès aux données sont sans contredit plus complexes et liées à des considérations internationales. Il y a des problèmes de réception transfrontalière des données, les apports de données par RADARSAT; les recouvrements des coûts des données obtenues par traitement partagé aux États-Unis, etc. . . Le groupe de travail a conclu qu'un protocole de convention avec les pays étrangers devrait également être élaboré pendant la même période. Par conséquent, il est recommandé :

5. Qu'un groupe de travail des ministères fédéraux pertinents soit établi pour élaborer, en priorité, des projets de protocoles de convention nationale et internationale sur l'infrastructure nécessaire pour couvrir la gestion des




Vue obtenue au moyen du AVHRR du NOAA-7 et permettant de délimiter des zones de température de la surface de la mer au large de la plate-forme Scotian. Dans cette région, les eaux chaudes du Gulf Stream (rouge) rencontrent les eaux froides du courant du Labrador (jaune). La région en vert au sud-ouest marque une remontée d'eau profonde au dessus du très productif banc de Georges.

Cette image couleur de la région de l'île de Vancouver obtenue au moyen du balayeur couleur de la zone côtière du Nimbus-7 illustre l'utilité de l'imageur couleur océanique du satellite à titre d'indicateur de la productivité et de la dynamique de l'eau (au moyen de successions de ces images pendant 3 jours).

données satellitaires océaniques. Il importerait de consulter l'industrie et les universités pendant ce processus.

## Rôle de RADARSAT

Le satellite canadien RADARSAT jouera trois rôles dans la télédétection satellitaire des océans. Premièrement, il permettra d'obtenir des données océanographiques spécialisées et opérationnelles sur les eaux d'intérêt particulier pour le Canada, de même que des données océaniques locales et globales pour les chercheurs en réponse à des questions vitales pour notre climat, nos pêches et notre économie. Deuxièmement, RADARSAT jouera un rôle de levier. Étant donné que le Canada possède un satellite d'observation terrestre en phase de conception, il fait partie d'un cercle international (le CEOS par exemple) d'échange de données. Troisièmement, RADARSAT constitue le moyen idéal pour développer au Canada une industrie à valeur ajoutée de télédétection océanique.

La Commission royale sur le désastre de l'Ocean Ranger a recommandé « qu'en raison de la nécessité d'obtenir une information environnementale pour une vaste région, et du potentiel élevé d'efforts provenant des techniques de télédétection, il importe d'activer l'exécution du programme RADARSAT et de développer de ses capacités pour répondre aux besoins des activités d'exploration offshore ». La combinaison du diffusomètre, du ROS, du AVHRR et des capteurs optiques de même que l'importance accordée au débit de données en temps réel font de RADARSAT un instrument bien adapté à l'océanographie et à la météorologie opérationnelle. Le groupe de travail a conclu que le diffusomètre est le capteur le plus intéressant pour les communautés météorologiques et océanographiques. Les vecteurs de vent obtenus à partir du diffusomètre fourniront les observations de vent nécessaires pour améliorer les prévisions de vent marin de jour 1 et de jour 2, lesquelles serviront à leur tour à alimenter les modèles de prévision de vagues pour l'Atlantique et le Pacifique nord. Les données du radar à ouverture synthétique permettront de vérifier la sortie des modèles de prévision de vagues ainsi qu'à surveiller les vagues internes, les courants, les remous et le déplacement des navires sur le plateau continental. L'AVHRR et les capteurs optiques donneront des mesures météorologiques précises de la température superficielle de la mer et des concentrations de sédiments dans la zone côtière. Le groupe de travail a conclu que RADARSAT permettra d'obtenir des données d'observation océanique tant uniques que complémentaires, ce qui suffit à justifier un soutien constant à ce programme.

Quant au rôle secondaire de RADARSAT qui consiste à fournir un moyen de négociation pour avoir accès aux sources étrangères de données satellitaires, il devrait porter sur les données opérationnelles de la NOAA et les données expérimentales de la NASA (TOPEX, OCI, etc.). La contribution du Canada et sa participation au ERS-1 devraient permettre d'acquérir une grande quantité de données radar pour la recherche sur les océans et le développement des applications connexes. Cela permettra de faciliter l'utilisation des algorithmes opérationnels pour RADARSAT. Des efforts similaires devraient être déployés pour la mission japonaise MOS-1. La participation directe de la Grande-Bretagne et des États-Unis au projet RADARSAT représente une chance unique de coordination de la télédétection internationale des océans.

L'industrie canadienne a tiré un grand profit des résultats de Landsat, de Seasat et des capacités de réception satellitaire météorologique au Canada. Ainsi, une compagnie canadienne a été la première à mettre au point un dispositif de traitement numérique ROS pour les données Seasat et est devenue chef de file international dans les stations de réception satellitaire. Certaines compagnies d'experts-conseil se sont spécialisées dans l'analyse et l'interprétation de l'imagerie de radar à antenne latérale et de radar à ouverture synthétique. On prévoit qu'une demande semblable existera pour le développement et la fabrication du matériel et du logiciel destinés à la réception et au traitement des données du diffusomètre, du ROS et du AVHRR. Il faudra en outre disposer d'un personnel hautement qualifié pour améliorer et développer les prévisions numériques de météorologie, les modèles de l'état de la mer et autres programmes destinés à des fins prévisionnelles. De plus, l'accessibilité aux produits de données brutes et aux produits prévisionnels obtenus avec les modèles placeront les compagnies canadiennes dans une position plus compétitive sur les marchés internationaux en matière de diffusion de services de prévision pour les navires, pour l'exploration et la production pétrolifère et gazéifère offshore, pour les pêches et autres domaines d'intérêt.

Pour pouvoir assumer les rôles décrits ci-dessus, le groupe de travail recommande :

6. Que l'addition de nouveaux capteurs sur RADARSAT reçoive un appui massif; que la capacité globale d'acquisition de données soit totalement utilisée; que les données de RADARSAT servent de moyen de négociation pour assurer l'accès aux données satellitaires internationales; et que des efforts soient consentis en vue de créer au Canada une industrie nationale à valeur ajoutée pour les données océaniques recueillies par satellite.

## Formation

Les universités ne peuvent pas concurrencer les laboratoires industriels et gouvernementaux en matière de financement. Si les données sont traitées sur une base de coût-recouvrement, alors toute activité universitaire est exclue. Toutes les applications des données satellitaires océaniques mentionnées précédemment nécessitent du personnel qualifié qui ne peut être formé que dans des départements d'université bien équipés et subventionnés de façon appropriée. Seule l'université de la Colombie-Britannique possède l'équipement sur place pour recevoir et analyser les données satellitaires océaniques; un seul membre de la faculté se spécialise en océanographie. L'université du Québec à Rimouski a formé plusieurs étudiants dans cette discipline en se servant de l'équipement d'analyse d'images du SEA. Des programmes de projets semblables de recherche conjointe sont actuellement mis en œuvre à l'Institut océanographique de Bedford et à l'Institut des sciences de la mer. Toutefois, pour améliorer la recherche et la formation dans les universités, il est nécessaire de faciliter l'accès aux données satellitaires océaniques

à un coût raisonnable et, en même temps, de trouver des mécanismes de financement pour accroître la recherche et la formation en télédétection océanique.

Le groupe de travail recommande donc :

7. Que le CCT enquête auprès des organismes fédéraux de financement des universités pour déterminer si des fonds spéciaux pourraient être consacrés à la recherche universitaire en télédétection des océans, et pour prévoir les mécanismes nécessaires pour promouvoir l'utilisation des données télédétectées en recherche océanique. Il y aurait lieu également de veiller à la formation de scientifiques dans l'application des données satellitaires aux sciences de la mer.